



Naturalis

Repositorio Institucional

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar>

Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo



Estructura de comunidades de dípteros caliptrados saprófagos (Diptera: Calyptratae) en áreas urbanizadas y naturales en la Patagonia Septentrional

Olea, María Sofía

Doctor en Ciencias Naturales

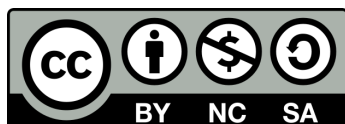
Dirección: Mulieri, Pablo R.

Co-dirección: Spinelli, Gustavo R.

Facultad de Ciencias Naturales y Museo
2016

Acceso en:

<http://naturalis.fcnym.unlp.edu.ar/id/20180614001591>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



Naturalis

Repositorio Institucional
FCNyM - UNLP



Universidad Nacional de La Plata

Facultad de Ciencias Naturales y Museo

**“Estructura de comunidades de dípteros caliptrados saprófagos
(Diptera: Calyptratae) en áreas urbanizadas y naturales en la
Patagonia Septentrional”**

Tesis presentada para optar al título de Doctor de la

Universidad de La Plata

Lic. Olea, María Sofía

Director de tesis: Dr. Pablo R. Mulieri.

Co- director: Dr. Gustavo R. Spinelli.

Año: 2017

Índice

| | |
|---|----------|
| AGRADECIMIENTOS..... | 1 |
| RESUMEN..... | 4 |
| ABSTRACT..... | 5 |
| Prefacio..... | 6 |
| | |
| CAPÍTULO 1: Introducción y metodología general..... | 8 |
| | |
| 1.1. Dípteros caliptrados y su importancia como indicadores ecológicos..... | 10 |
| 1.2. Familias de dípteros caliptrados saprófagos que contienen especies saprófagas..... | 12 |
| 1.3. Contribuciones sobre dípteros caliptrados en la Patagonia Argentina..... | 16 |
| 1.4. Antecedentes de estudios ecológicos de caliptrados en la Patagonia..... | 17 |
| 1.5. Objetivos general..... | 18 |
| 1.6. Objetivos específicos..... | 18 |
| 1.7. Metodología General..... | 19 |
| 1.8. Área de estudio..... | 19 |
| 1.9. Parque Nacional Lanín..... | 19 |
| 1.10. Parque Nacional Lago Puelo..... | 23 |
| 1.11. Métodos de colecta..... | 24 |
| 1.12. Variables ambientales medidas..... | 29 |
| 1.13. Preservación e identificación del material..... | 29 |

CAPÍTULO 2: Evaluación de los métodos de muestreos para sarcosaprófagos y otros gremios de dípteros caliptrados.....31

| | |
|---|----|
| 2.1. Introducción..... | 31 |
| 2.2. Materiales y Métodos..... | 33 |
| 2.3. Muestreo..... | 33 |
| 2.4. Criterio de clasificación de los gremios..... | 33 |
| 2.5. Análisis de los datos..... | 35 |
| 2.6. Diversidad y abundancia..... | 35 |
| 2.7. Tasa de captura..... | 36 |
| 2.8. Resultados..... | 37 |
| 2.9. Composición de gremios..... | 42 |
| 2.10. Diversidad de dípteros caliptrados sarcosaprófagos..... | 48 |
| 2.11. Tasa de captura..... | 51 |
| 2.12. Discusión..... | 51 |

CAPÍTULO 3: Composición y estructura de los ensambles de dípteros caliptrados sarcosaprófagos57

| | |
|--|----|
| 3.1. Introducción..... | 57 |
| 3.2. Materiales y Métodos..... | 58 |
| 3.3. Área de estudio..... | 58 |
| 3.4. Método de colecta..... | 62 |
| 3.5. Análisis de los datos..... | 62 |
| 3.6. Diversidad de dípteros caliptrados sarcosaprófagos..... | 62 |

| | |
|--|----|
| 3.7. Estructuras de las comunidades..... | 63 |
| 3.8. Relación entre la composición faunística y las variables ambientales..... | 63 |
| 3.9. Diferenciación de las comunidades en los diferentes sectores muestreados..... | 64 |
| 3.10. Resultados..... | 65 |
| 3.11. Diversidad y estructura de las comunidades de caliptrados sarcosaprófagos del PNL y del PNLP..... | 68 |
| 3.12. Relación entre las variables ambientales y las especies de caliptrados sarcosaprófagos..... | 70 |
| 3.13. Diferenciación de las muestras en los diferentes ambientes donde fueron colectadas..... | 72 |
| 3.14. Diferenciación de las comunidades de caliptrados saprófagos entre sectores..... | 73 |
| 3.15. Similitud entre las comunidades de dípteros caliptrados sarcosaprófagos en los tres sectores muestreados..... | 74 |
| 3.16. Especies responsables de la diferenciación de las comunidades de dípteros caliptrados sarcosaprófagos de los tres sectores muestreados..... | 75 |
| 3.17. Diversidad y estructura de las comunidades de caliptrados sarcosaprófagos en los tres sectores muestreados..... | 75 |
| 3.18. Discusión..... | 78 |

**CAPITULO 4: Evaluación del efecto de la cobertura arbórea en la diversidad y
abundancia de dípteros caliptrados saprófagos.....82**

| | |
|--|----|
| 4.1. Introducción..... | 82 |
| 4.2. Materiales y Métodos..... | 83 |
| 4.3. Método de colecta y medida de cobertura..... | 83 |
| 4.4. Análisis de los datos..... | 84 |
| 4.5. Resultados..... | 85 |
| 4.6. Diversidad de caliptrados en los intervalos de cobertura arbórea..... | 87 |

| | |
|--|------------|
| 4.7. Relación entre la cobertura arbórea y la abundancia de dípteros caliptrados sarcosaprófagos..... | 89 |
| 4.8. Discusión..... | 91 |
| CAPITULO 5: Ensamble de dípteros caliptrados sarcosaprófagos en un gradiente de intervención antrópica..... | 94 |
| 5.1. Introducción..... | 94 |
| 5.2. Materiales y Métodos..... | 96 |
| 5.3. Área de estudio..... | 96 |
| 5.4. Análisis de los datos..... | 98 |
| 5.5. Estructura de las comunidades..... | 98 |
| 5.6. Comparaciones de abundancia y riqueza..... | 98 |
| 5.7. Resultados..... | 100 |
| 5.8. Estructura y variación de las comunidades de caliptrados en el gradiente de urbanización..... | 103 |
| 5.9. Preferencia de hábitat de las especies más abundantes..... | 107 |
| 5.10. Discusión..... | 109 |
| CAPITULO 6: Conclusiones generales..... | 114 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 118 |

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a mi director: Dr. Pablo Mulieri, por su gran ejemplo, guía, enseñanza, dedicación, comprensión, paciencia, apoyo y sobre todo amistad, lo que me ayudo a no aflojar en momentos difíciles. En pocas palabras, el director que todo tesista quisiera tener!

A mis directores los Dres Juan Carlos Mariluis y Gustavo R. Spinelli por la libertad que me dieron para trabajar, por haberme concedido el honor de ser su tesista.

También al Dr. Luciano Patitucci, por su gran amistad bancándome en momentos difíciles, por su ayuda, enseñanza, ejemplo y guía, muchas veces cumpliendo un excelente rol de co-director a pesar de no serlo.

Nuevamente al Dr. J. Mariluis, por su apoyo y confianza a lo largo de estos años.

A la Dra. Maria Julia Dantur Juri (Chuchu) quién confió en mí desde estudiante de grado, abriendome las puertas en este gran mundo de la investigación. Por sus consejos y gran amistad.

Al Museo de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” MACN y al Dr. Arturo Roig quién me abrió las puertas del museo brindando la posibilidad de utilizar sus instalaciones y medios para el desarrollo de ésta investigación.

Igualmente quiero agradecer al CONICET por financiar esta tesis.

Quiero agradecer a Administración de Parques Nacionales (APN) (Parque Nacional Lanín y Parque Nacional Lago Puelo) y a los guardaparques que nos brindaron todo lo que tuvieron a su alcance (camioneta, lancha, guía, colaboración, mapas, etc) para que los muestreos se puedan realizar de la mejor manera.

A mis compañeros del MACN Susana Konopko, Rocio Gonzales Vaquero, Joanna Rodriguez, Alicia Schaller, Beatriz Settembrini, Luis Companucci, Diego Carpintero,

Geronimo Galvani y Juanjo Martinez, por ser unos excelentes compañeros y amigos; cuyas hermosas charlas de todos los mediodías hacen que el día de trabajo sea muy ameno.

A todas aquellas personas que formaron parte de mi vida estos años, y que de una forma u otra ayudaron a que esto sea posible.

Por ultimo, quiero expresar mi eterno agradecimiento a mi familia que supo acompañarme desde la distancia, comprender muchas veces mi ausencia y mis decisiones.

Persevera y triunfarás....

A la memoria de mí querida abuela

Mercedes Cuesta de Guardiola

RESUMEN

Calypttratae (Diptera: Brachycera) constituye uno de los grupos más diversos biológicamente y en riqueza de especies del orden Diptera, cuya distribución abarca la mayoría de las regiones biogeográficas del mundo. Entre los caliptrados se destacan las familias Anthomyiidae, Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae y Sarcophagidae, dado que son las que presentan mayor cantidad de especies con estadios larvales implicados en la descomposición de materia orgánica, constituyendo el principal componente de las comunidades de dipteros sarcosaprófagos. Estos dipteros cumplen un rol importante como descomponedores, y se encuentran implicados en procesos de gran importancia medica-veterinaria y forense. El area de muestreo fue el Parque Nacional Lanín (PNL) y el Parque Nacional Lago Puelo (PNLP) y áreas urbanas aledañas, en las que se identificó el elenco específico de las comunidades de caliptrados sarcosaprófagos. El análisis inicial fue evaluar si el método de trampa cebada es el más adecuado para la captura de dipteros caliptrados sarcosaprófagos. Se evaluó la diversidad, tanto a escala de parques nacionales y en los distintos sectores del bosque andino-patagónico (PNL Norte, PNL sur y PNLP). Se estableció la relación entre la composición faunística y variables ambientales seleccionadas. Las comunidades son segregadas principalmente por las variables de cobertura arbórea y grado de urbanización; secundariamente por un gradiente latitudinal. Por ultimo, se analizaron particularmente las dos variables de mayor relevancia sobre los dipteros (cobertura y grado de urbanización), para caracterizar como influyen las mismas sobre los distintos taxa. Esta tesis constituye el primer estudio que de manera conjunta analiza la ecología de dipteros caliptrados sarcosaprófagos en los bosques andino patagónicos, permitiendo constituir una base de información para estudios aplicados y aplicación de estrategias de conservación adecuadas.

Palabras claves: Calypttratae, comunidades, ecología, diversidad, bosques Andino-Patagónicos.

ABSTRACT

Calyptratae (Diptera: Brachycera) is one of the most species-rich, biologically diverse and widely distributed infraorder of Diptera. Among Calyptratae, the families Anthomyiidae, Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae and Sarcophagidae are highlighted because most of their species are involved in the decomposition of organic matter, during their immature instars, being a fundamental component of sarcosaprophagous Diptera communities. These flies have very important role as decomposers, and hence, are involved in different processes that are relevant from medical-veterinary and forensic viewpoints. The sampling area was the Lanin National Park (PNL) and Lake Puelo National Park (PNLP) and selected surrounding urban areas, where the species list of sarcosaprophagous Calyptratae were identified. Initially, the analysis was conducted to assess whether the baited trap method is best for catching sarcosaprophagous Calyptratae. Diversity was assessed and compared at two scales: comparisons between national parks and sectors of the Andean-Patagonian forest (North PNL, South PNL and PNLP). The relationship between faunal composition and environmental variables was analyzed. Communities are primarily influenced by tree cover and degree of urbanization; secondarily, by a latitudinal gradient. Finally, the two most important variables for Diptera (forest coverage and degree of urbanization) are analyzed to characterize how they influence on the different taxa. This thesis is the first study which analyzed integrally the ecology of sarcosaprophagous Calyptratae in the Patagonian Andean forests.

Keywords: Calyptratae, communities, ecology, diversity, Andean-Patagonian forests

Prefacio

Esta tesis se desarrolló en el marco del estudio sobre sistemática y ecología de dipteros caliptrados de los bosques andino-patagónicos. Estos estudios fueron realizados mediante los proyectos de investigación: (“Biodiversidad, Sistemática y Conservación de Sarcophagidae y Muscidae (Diptera: Calyptrata) en la Patagonia Septentrional” Período 2010-2013); (“Sistemática, biodiversidad y conservación de dipteros caliptrados (Diptera: Calyptrata) en un área protegida de bosques templados en la Patagonia Argentina”) y (“Biodiversidad y conservación de Calyptratae (Diptera) con énfasis en Muscidae y Sarcophagidae del bosque valdiviano de Argentina” Periodo 2012-2014) subsidiados por CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnica) y AGENCIA (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica).

Esta tesis doctoral está estructurada en seis capítulos, organizados como se describe a continuación.

En el **capítulo 1** se realiza una introducción general sobre el tema a tratar: los dipteros caliptrados. De acuerdo con esta información de partida se establecen la justificación y objetivos propuestos en esta tesis y, se brinda de forma detallada la información sobre el área de muestreo, y metodología general empleada.

El **capítulo 2** consiste en una evaluación de los tres métodos de colecta aplicados en el marco general de los proyectos realizados.

En el **capítulo 3** se caracteriza la composición específica, diversidad y estructura de las comunidades de caliptrados sarcosaprófagos. Por otro lado, se evalúa la relación entre composición faunística y distintas variables ambientales.

En el **capítulo 4 y 5** se toman individualmente aquellas variables ambientales que presentaron una mayor influencia sobre las comunidades de caliptrados sarcosaprófagos, analizándolas por separado.

Por último, en el **capítulo 6** se realiza una discusión general, en donde se compilan las principales conclusiones del trabajo realizado.

CAPÍTULO 1: Introducción y metodología general

Las Calyptratae son reconocidas como un importante linaje dentro de los Dípteros superiores, constituyendo el 12% de la diversidad de dípteros conocida (Sujatha et al. 2010), cuya distribución abarca la mayoría de las regiones biogeográficas del mundo. Este infraorden incluye alrededor de 22.000 especies descritas, y unas 10 a 15 familias, dependiendo de la clasificación empleada (Evenhuis et al. 2007).

Entre los calíptrados se destacan las superfamilias Oestroidea y Muscoidea, debido a que incluyen algunas de las familias de moscas más diversificadas, tanto en variedad de estrategias de vida como en ambientes colonizados. Dentro de ambas superfamilias, las familias Anthomyiidae, Fanniidae y Muscidae (Muscoidea), y las Calliphoridae y Sarcophagidae (Oestroidea), son las que presentan mayor cantidad de especies con estadios larvales implicados en la descomposición de materia orgánica, constituyendo el principal componente de las comunidades de dípteros calíptrados saprófagos.

Los saprófagos son organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición, por lo que esta definición incluye diferentes grupos tróficos definidos de acuerdo al tipo de materia orgánica que degradan. Entre los grupos tróficos saprófagos, se destacan los coprófagos, que son aquellos organismos que degradan materia fecal; los necrófagos, relacionados con cadáveres o tejido muerto de animales; los detritívoros que se alimentan de detritos orgánicos; los fitófagos que lo hacen sobre materia orgánica de origen vegetal (productores), entre otros (Hanski 1987a, Kitching et al. 2005). Estos grupos tróficos son habitualmente considerados como diferentes gremios. En la bibliografía existente, sin embargo, se observan diferentes clasificaciones de gremios que incluyen a los saprófagos, resultando en límites entre gremios difusos y una terminología que los define utilizada de manera no uniforme. En numerosos trabajos se estudian y definen dentro de los saprófagos a los sarcosaprófagos, que son aquellos dípteros calíptrados que actúan como descomponedores de materia orgánica que proviene de desechos de origen animal (consumidores) (Hövmeyer 1999, Arnaldos et al. 2001, Pohjismäki et al. 2010, Battán

Horenstein et al. 2011, Sousa de Pereira et al. 2014). Por tanto los sarcosaprófagos agrupan a gremios específicos, como son los necrófagos y coprófagos.

Los dipteros sarcosaprófagos cumplen un rol muy importante como descomponedores, debido a que tienen alta capacidad para degradar grandes masas de materia orgánica en pocas horas (Payne 1965). Las larvas de dipteros son fundamentales en la descomposición cadavérica, ya que producen la licuefacción de los tejidos de los cadáveres preparando indirectamente el sustrato para la intervención de microorganismos descomponedores, con los que tienen una acción complementaria (Payne 1965, Turner 1991).

Debido a las características mencionadas los dipteros saprófagos incluyen a los más conspicuos integrantes de la fauna cadavérica, en especial sobre los restos de vertebrados, teniendo un gran potencial como indicadores forenses (Oliva 1997). El principal objetivo del estudio de entomología forense es determinar el tiempo en que se produjo la muerte, el cual es extremadamente importante, debido a que centra la investigación en el marco de tiempo correcto (Centeno et al. 2002). Los especímenes de la familia Calliphoridae, suelen ser los primeros colonizadores de cadáveres y son predominantes en términos de riqueza y diversidad de especies en este tipo de sustratos (Payne 1965), seguidos en importancia por los Sarcophagidae y Muscidae en menor proporción. El conocimiento tanto de la ecología como del elenco específico de la fauna cadavérica es un aporte fundamental para la correcta aplicación de las prácticas asociadas a la entomología forense. La utilidad de disponer del conocimiento puntual de la fauna sarcosaprófaga en los diferentes ambientes, persigue el fin de aplicar este conocimiento a la práctica forense sin asumir riesgos innecesarios derivados del empleo y extrapolación de datos foráneos (Anderson 2001).

Otra característica que presentan los dipteros caliptrados saprófagos es la habilidad que tienen las larvas para desarrollarse bajo ciertas condiciones en tejido vivo o necrótico de vertebrados. Este tipo de parasitismo es conocido como miasis. Específicamente, Zumpt (1965) define miasis como la infestación de animales vertebrados o humanos por larvas de dipteros, que se alimentan por cierto periodo de tiempo sobre sus tejidos. Las larvas de

dipteros caliptrados saprófagos que pueden intervenir en una miasis suelen ser consideradas organismos de potencial importancia médica.

Debido a los hábitos de vida de estos dipteros altamente asociado a heces, basura orgánica y carne en descomposición, frecuentar alimentos de consumo humano, presentar gran tendencia a invadir domicilios, sumado a su gran capacidad dispersiva, las convierte en organismos que pueden actuar como vectores mecánicos de diversos agentes patógenos como virus, bacterias y protozoos (Greenberg 1971, Graczyk et al. 2001)

1.1. Dipteros caliptrados y su importancia como indicadores ecológicos

La rápida expansión urbana es uno de los procesos más drásticos de transformación de los ambientes naturales. Este proceso se encuentra asociado con la generación y acumulación de residuos domésticos y con un gran crecimiento agroindustrial, caracterizado por la presencia de granjas y ganadería, los cuales generan una gran acumulación de materia orgánica, que proporciona las condiciones adecuadas para la proliferación exponencial de especies de saprófagos que explotan este tipo de recursos. A su vez, los centros urbanos producen drásticos cambios físicos en los ambientes, como la pérdida de permeabilidad en el suelo, polución del aire y aumento de temperatura entre otros indicadores de disturbios antropogénicos (McKinney 2002). Este proceso emerge como una de las principales causas de pérdida de la biodiversidad, ya que las nuevas condiciones facilitan la introducción de especies exóticas en reemplazo de las nativas, produciendo una homogenización de la biota (Blair & Launer 1997, McKinney 2002). Ello resulta en comunidades con baja diversidad y una marcada dominancia de especies cosmopolitas altamente asociadas a ambientes alterados.

Los dipteros caliptrados saprófagos son buenos indicadores ecológicos, ya que la composición y abundancia de especies es muy sensible a cambios de hábitat producidos principalmente por efecto de la urbanización (Centeno et al. 2004, Sousa et al. 2014). Distintas especies de la familia Calliphoridae y Sarcophagidae se encuentran asociadas alternativamente a ambientes naturales como antropizados, por lo que las comunidades

difieren sustancialmente en su composición y abundancia en ambientes con distinto grado de disturbio. Esposito et al. (2009) registró en áreas de la cuenca del Amazonas, una reducción de la riqueza y diversidad de especies de Calliphoridae en ambientes antropizados. Además Sousa et al. (2011) sugiere que hay especies que se encuentran primariamente en ambientes de vegetación densa boscosa, mientras que otras especies prefieren ambientes más abiertos producto de la deforestación. Respecto a la familia Sarcophagidae este estudio sugiere que resulta menos perjudicada por la deforestación, ya que mucha de sus especies colonizan ambientes abiertos.

Se conoce como sinantropía el grado de asociación de los animales con el ambiente urbano (Linhares 1981). El grado y modo en que esta relación ocurre difiere entre especies, depende de las características geográfico-climáticas del ambiente, como así también de las características del área urbana, ya que cada grupo humano, con sus patrones culturales y modo de vida modifica de una forma determinada el hábitat a su alrededor, afectando las poblaciones de insectos (Nuorteva 1963). De acuerdo a Nuorteva (1966) existen diferentes grupos de especies de acuerdo al grado de sinantropía que exhiben. En un primer grupo se incluyen las especies que evitan los asentamientos humanos. En segundo término, aquellas especies de sinantropía facultativa que son las formas que pueden colonizar ambientes poblados, aunque son capaces de mantener poblaciones estables alejadas de las antropobiocenosis. Finalmente, son consideradas como sinantrópicas obligatorias aquellas que dependen por completo del ambiente humano y no aparecen en los ambientes no poblados. Algunas de estas especies han alcanzado el estatus de plaga al no disponer, en el ambiente modificado por el hombre, de mecanismos naturales de control de sus poblaciones. El estudio de patrones ecológicos de insectos en ambientes urbanos es relativamente nuevo desde el punto de vista entomológico, sin embargo este estudio es un componente fundamental de la biología de la conservación (Grimm et al. 2000, Jenkins 2003, Miller & Hobbs 2002).

Todas las características hasta aquí enumeradas en asociación con los dípteros caliptrados, le otorgan relevancia a los estudios que promuevan el mejor conocimiento de sus comunidades e involucren la descripción e identificación de las especies, analizando la biodiversidad existente en diferentes ambientes. Finalmente, también es esencial desarrollar

un conocimiento preciso respecto de los patrones ecológicos de las especies, describiendo la afinidad de estas por los distintos tipos de hábitat presentes en una determinada área geográfica, para poder realizar una evaluación adecuada y arribar a conclusiones descriptivas sobre el impacto humano en el ambiente.

1.2. Familias de dipteros caliptrados que contienen especies saprófagas

La familia Calliphoridae cuenta con unos 150 géneros y alrededor de 1.000 especies distribuidas en todo el mundo (Hennig 1973, Pont 1980, Shewell 1987). Pese a ser un grupo reconocido y largamente estudiado en conjunto, un estudio filogenético realizado por Rognes (1997) indica que dicha familia resultaría parafilética debido a que no presenta autapomorfías que la definan. Respecto a la biología, los adultos se caracterizan por ser en su mayoría polinizadores, mientras que entre las larvas son predominantes las necrófagas, pero también pueden distinguirse especies predadoras, parasitoides de caracoles y lombrices de tierra (Vargas & Wood 2010). Actualmente existen en Sudamérica alrededor de 85 especies, pertenecientes a 24 géneros. La región Neotropical está representada por 6 subfamilias, Calliphorinae, Luciliinae, Chrysomyinae, Mesembrinellinae, Phormiinae y Toxotarsinae (Rognes 1997), siendo las Mesembrinellinae y las Toxotarsinae exclusivas del Nuevo Mundo. Este esquema clasificatorio es similar al propuesto por James (1970) en su catálogo, aunque incluyendo en Calliphorinae a la tribu Luciilini, y en Chrysomyinae a las Phormiini. En el pasado las Mesembrinellinae han sido tratadas como una familia aparte por algunos autores (Guimarães 1977, Mariluis & Peris 1984, Peris & Mariluis 1984). En Argentina, el primer trabajo sobre Calliphoridae fue una sinopsis de dipteros muscoideos para la región realizada por Shannon y Del Ponte (1926). Luego García (1959) aporta datos sobre la distribución de algunas de las especies representativas de la Argentina. Mariluis (1982) realiza el primer trabajo integral abordando el estatus taxonómico, la distribución, su importancia sanitaria y los aspectos biológicos generales de la familia. A partir de esta labor comienzan a realizarse en el país estudios tanto taxonómicos como ecológicos (Mariluis & Peris 1984, Mariluis & Schanck 1985, 1986, 1996, Schnack et al. 1995,

Mariluis et al. 1989, 1994; Mariluis & Mulieri 2003, Mariluis & Schnack 2002a, 2004, Mulieri et al. 2006, Mariluis et al. 2008, Patitucci et al. 2011a).

La familia Sarcophagidae cuenta con más de 3000 especies que se encuentran ampliamente distribuidas por todo el mundo (Pape et al. 2011). De acuerdo al último catálogo, Sarcophagidae (Pape 1996) se subdivide en tres subfamilias: Paramacronychiinae, Miltograminae y Sarcophaginae. La subfamilia Paramacronychiinae es una subfamilia bastante pequeña y se encuentra limitada a las regiones Neártica y Paleártica; está representada por una sola especie en el norte de la región Neotropical en las Islas Galápagos (Pape 1996). La subfamilia Miltograminae es muy diversa en el viejo mundo y en su mayoría son cleptoparásitas de abejas y avispas solitarias. Por otro lado, la subfamilia Sarcophaginae parece haber tenido gran parte de su diversificación en el nuevo mundo y mayormente presentan hábitos de vida saprófagos, principalmente como coprófagos. La región Neotropical exhibe la mayor riqueza, con más de 800 especies descritas (Pape 1996). En la Argentina, los antecedentes taxonómicos referidos a la familia se basan principalmente en las investigaciones realizadas por Weyenberg (1875), Brethes (1900, 1912, 1916, 1920, 1928) y Lahille (1907), que se realizaron principalmente en especies parásitas de saltamontes (Orthoptera), y la labor mayormente taxonómica desarrollada por Blanchard (1935, 1938, 1939, 1942a, 1942b, 1942c, 1954, 1955, 1966). Actualmente los trabajos taxonómicos en el país fueron realizados por Mariluis (2002b, 2002c, 2004b, 2005, 2006), Mulieri & Mariluis (2009a, 2009b, 2011), Mulieri et al. (2010, 2012, 2015a,) y Mulieri & Mello-Patiu (2013). Respecto a los trabajos ecológicos, la información se refiere principalmente a la provincia de Buenos Aires, donde se realizaron trabajos en una reserva natural adyacente a la ciudad de Buenos Aires, en donde se analizaron la abundancia relativa, estacionalidad y preferencias de hábitat (Mariluis et al. 2007; Mulieri et al. 2008). Posteriormente Mulieri et al. (2010) realizó una comparación de los ensambles de Sarcophagidae a lo largo de un gradiente urbano rural para la misma región.

Muscidae es una familia muy diversa que contiene aproximadamente 5.200 especies conocidas y presenta distribución amplia (Brown et al. 2009, Carvalho et al. 2005). La clasificación más ampliamente aceptada divide a la fauna Neotropical en siete subfamilias: Atherigoninae (con un solo género), Muscinae, Azeliinae, Phaoniinae, Cyrtoneurinae,

Mydaeinae y Coenosiinae (Carvalho 2002), pero la monofilía de muchas de estas subfamilias fue recientemente cuestionada (Schuehli et al. 2007). La familia Muscidae en la región Neotropical se encuentra representada por más de 850 especies en 85 géneros (Carvalho et al. 2005, Nihei & Domínguez 2008). Muscidae es considerada una de las familias más diversas del orden, además se caracteriza por la gran variedad de hábitats y nichos tróficos que ocupa. Esta familia se encuentra representada en mayor proporción por saprófagos, pero también se incluyen predadores de otros insectos, hematófagos, polinizadores, entre otros (Skidmore 1985, Patitucci et al. 2013). En Argentina, los estudios taxonómicos de la familia son escasos. Shannon & Del Ponte (1926) realizan una sinopsis de dípteros muscoideos argentinos y brindan una clave para el país donde se incluyen nuevas especies de la familia. Blanchard (1937) y García (1952) describen aisladamente algunas nuevas especies para la ciencia. Posteriormente Snyder (1957) describe 37 nuevas especies para la Argentina, de las cuales 28 son endémicas. También se han realizado trabajos con aportes de distintos aspectos ecológicos y taxonómicos, como ser: estadios larvales, plagas ganaderas, control biológico, entomología forense (Hernandez 1989b, 1992, Perotti & Brasesco 1996, 1997, 1998, Centeno et al. 2002, Oliva 2007). Recientemente los últimos aportes realizados en el país que abordan aspectos taxonómicos de la familia fueron realizados por Patitucci et al. (2009, 2010, 2011b, 2012, 2013). Patitucci et al. (2013) brinda un gran aporte al conocimiento taxonómico en Argentina, a través de una revisión de la familia Muscidae de la provincia de Buenos Aires. Respecto a los estudios ecológicos en el país son escasos. El primer estudio ecológico, referido a la familia en el país fue realizado en una reserva de la provincia de Buenos Aires (Patitucci et al. 2011c). Posteriormente Patitucci et al. (2013), realizó un estudio en donde se caracterizó a la familia en cuanto su riqueza y abundancia, preferencia de cebo, heliófila y además se analizó la estacionalidad de las especies en tres sitios con diferente nivel de urbanización.

Fanniidae es una pequeña familia que cuenta con unas 300 especies y que se encuentra en todas las regiones biogeográficas, aunque con menor diversidad en la región Holártica. La familia presenta cuatro géneros: *Fannia* Robineau-Desvoidy, *Piezura* Rondani, *Euryomma* Stein y *Australofannia* Pont. Este último género es monotípico y endémico de Australia. La familia fue tratada por mucho tiempo como una subfamilia de

Muscidae (Chilcott 1961, Hennig 1965, Hockett & Vockeroth 1987), pero luego fue considerada una familia aparte (Roback 1951, Griffiths 1972, Pont 1977). De acuerdo a Michelsen (1991), Fanniidae presenta muchos caracteres plesiomórficos, lo que sugiere ser una familia primitiva de la superfamilia Muscoidea. En la región Neotropical se encuentran presente sólo dos géneros: *Euryomma*, que tiene 17 especies y el género *Fannia*, que cuenta con 76 especies (Albuquerque et al. 1981, Carvalho et al. 2003, Couri 2004, Couri & Winagraski 2005, Domínguez 2007, Domínguez & Aballay 2008, Grisales et al. 2012, Wendt & Carvalho 2009, Wendt 2010, Quiroga & Domínguez 2010). Recientemente en Argentina los trabajos publicados de la familia corresponden a estudios taxonómicos y biogeográficos (Dominguez 2007, Dominguez & Aballay 2008, Dominguez & Roig 2008 2011).

La familia Anthomyiidae se encuentra principalmente en las zonas templadas del hemisferio norte (Michelsen 1991, Evenhuis 2007). Dicha familia tiene alrededor de unas 1.100 especies, pertenecientes 40 géneros que se encuentran distribuidos en todo el mundo. Se calcula que el número de especies puede ascender debido a que existen zonas en donde no han sido muestreadas (Brown et al. 2009). A partir de estudios moleculares se determinó que la familia es parafilética sin inclusión del grupo monofilético Scathophagidae (Kutty et al. 2007). Michelsen (1991) y Bernasconi et al. (2000) proporcionan ciertas evidencias que indican que existe una estrecha relación filogenética entre Anthomyiidae y Muscidae. La biología de esta familia, es muy variada, los adultos por lo general son muy activos y en su mayoría son antofílos desempeñando un papel fundamental como polinizadores. También un gran porcentaje son saprófagos, que se alimentan de desechos orgánicos de origen animal y vegetal (Brown et al. 2009). En cuanto a las larvas, también presentan hábitos de vida variados, parasitas, cleptoparasitas, pero en su gran mayoría son fitófagos o saprófagos (Pont 1974, Hockett 1987). Las contribuciones para el conocimiento de las Anthomyiidae neotropicales son escasos, y se basan principalmente en la fauna brasileña (Albuquerque 1949, 1959 a, b, Albuquerque & Couri 1979, 1981, Couri 1979, Michelsen 1991, Pamplona 1991, Nihei & Carvalho 2004).

No existen análisis de conjunto sobre aspectos ecológicos de Calyptratae saprófagos realizados en Argentina. El único antecedente se puede encontrar en el análisis realizado

por Mulieri et al. (2015), que exploró el comportamiento diferencial de repuesta de machos y hembras sobre diferentes cebos de origen animal realizado en la provincia de Buenos Aires y que abarca especies de Calliphoridae, Muscidae y Sarcophagidae.

1.3. Contribuciones sobre dipteros caliptrados en la Patagonia Argentina

El trabajo que estableció una importante contribución a nivel taxonómico de la fauna de dipteros caliptrados de la Región Patagónica, fue el que se realizó a partir de una expedición realizada en el año 1926, que fue financiada principalmente por el Museo Británico de Historia Natural. El trabajo dió como resultado la serie de monografías presentada bajo el título: *Diptera of Patagonia and South Chile* (ver Edwards 1929). El objetivo de dicho trabajo fue obtener colecciones de insectos de la región andina de América del sur, para obtener evidencias que soporten las hipótesis de distribuciones disyuntas de animales de las distintas regiones del hemisferio sur (Patagonia, Nueva Zelanda y Australia). El recorrido de la expedición comenzó en Argentina en la provincia de Río Negro alrededor de los 38° Sur y finalizó en Chile, en el sur de Concepción (Fig 1.1). Este trabajo fue un aporte seminal al conocimiento de dipteros saprófagos para la región patagónica. De la familia Calliphoridae se reportaron para la región 16 especies, no registrándose ningún género ni especie nueva para la ciencia. Respecto a la familia Sarcophagidae se reportaron 23, especies de las cuales solo 14 fueron colectadas en la región Patagónica y 9 de ellas son nuevas especies para la ciencia. En la familia Muscidae se describieron 7 géneros y 92 especies nuevas, muchas de las cuales son especies endémicas de la región. Para la familia Fanniidae se realizó la descripción de una especie nueva y se citaron 10 especies; por otro lado, para Anthomyiidae reportó un género nuevo, 10 especies nuevas y cito 11 especies para la región.

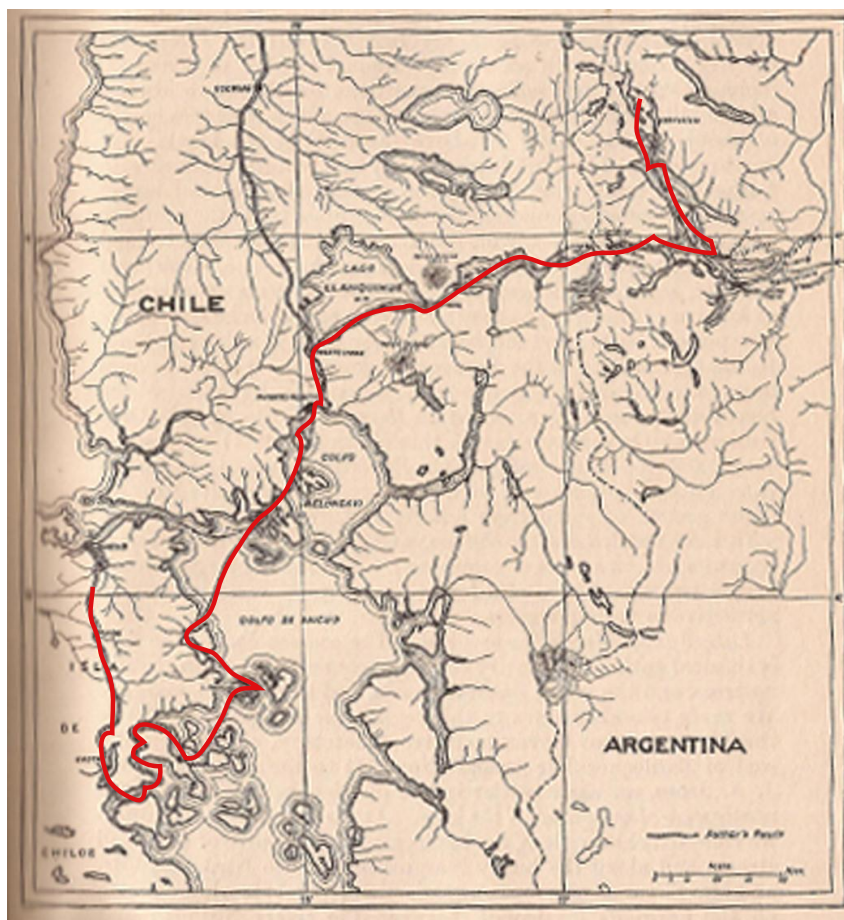


Figura 1.1. Mapa original con el recorrido de la expedición realizada en 1926 (tomado de Edwards, 1929).

1.4. Antecedentes de estudios ecológicos de caliptrados en la Patagonia

El conocimiento de la ecología de dipteros caliptrados en Patagonia se basa principalmente en la familia Calliphoridae (Mariluis & Schnack 1996, Mariluis et al. 1999 Schnack et al. 1998, 1999, Schnack & Mariluis, 2004, Mariluis et al. 2008, Patitucci et al. 2011). En dichos trabajos se realizaron estudios comparativos en gradientes urbano-rurales, también analizaron la riqueza y abundancia relativa y cambios mensuales de abundancia de las especies, entre otros aspectos. Actualmente no existen trabajos que aborden los distintos aspectos ecológicos de manera integrada de dipteros caliptrados con hábitos de vida saprófagos en la región.

1.5. Objetivo general

El propósito de la investigación se centra en conocer la biodiversidad y describir las características de la comunidad de dípteros caliptrados saprófagos en ambientes representativos de la Patagonia Septentrional Argentina.

1.6. Objetivos específicos

Comparar la efectividad de tres métodos de muestreo para evaluar el ensamble de Calyptratae (Diptera: Cyclorrhapha) en el PN Lanín y en el PN Lago Puelo, particularmente de los caliptrados sarcosaprófagos.

Conocer la composición específica de los dípteros caliptrados, en especial de las familias Calliphoridae, Muscidae, Fanniidae y Sarcophagidae presentes en áreas naturales en el PN Lanín y en el PN Lago Puelo

Caracterizar los requerimientos de hábitat de las especies presentes.

Evaluar la influencia de la cobertura arbórea en relación a la riqueza y abundancia de dípteros caliptrados sarcosaprófagos

Clasificar a los ensambles de especies en función a su respuesta asociadas a las variables ambientales y al grado de intervención antrópica en los distintos ambientes.

1.7. Metodología General

1.8. Área de estudio

El área de estudio abarcó dos Parques Nacionales, Parque Nacional Lanín (PNL) y Parque Nacional Lago Puelo (PNLP), ubicados en los Bosques Andino Patagónicos, pertenecientes a la sub-región Subantártica, abarcando dos provincias biogeográficas, el Maule y los Bosques Valdivianos (Morrone 2015). El Parque Nacional Lanín (PNL) se ubica en la región norte de los Bosques Andino Patagónicos, abarca dos provincias biogeográficas. Las muestras que fueron tomadas en la zona norte del Parque, correspondiente al primer año de muestreo, se ubican en la provincia biogeográfica del Maule, mientras que las muestras obtenidas en el segundo año tomadas de la zona sur del PNL junto con los muestreos realizados en el PNLP, se realizaron dentro de la provincia biogeográfica correspondiente a los Bosques Valdivianos.

En ambos parques se ubicaron diferentes puntos de muestreo, que fueron distribuidos de manera tal de brindar una idea representativa de los ambientes presentes en cada parque, si bien en muchos casos las características de la región dificultaban el acceso a distintas áreas y sitios de interés.

1.9. Parque Nacional Lanín

El PNL (Fig. 1. 2. b) fue creado el 11 de mayo de 1937 con la finalidad de resguardar un sector representativo de los bosques andino-patagónicos y presenta una gran biodiversidad ambiental, con comunidades únicas en la Argentina, como los bosques de raulí y roble pellín. El parque se ubica en el sudoeste de la provincia de Neuquén y se extiende por los faldeos orientales de la cordillera Patagónica, entre los 39° 7', 40° 40' Sur, y los 71° 42', 71° 12' Oeste (Mermoz et al. 1997). Sobre el límite internacional, el volcán Lanín de 3.776 m de altura se destaca como uno de los picos más altos de la región, siendo el más representativo del parque, por lo cual lleva su nombre. La superficie del parque se

divide en dos áreas de manejo: parque nacional con 216 993 ha, y el área protegida con recursos manejados con 195 010 ha, dividida en tres reservas denominadas *Zona Lácar*, *Zona Ruca Choroí*, y *Zona Malleo*. Es el tercer parque nacional más grande de la Argentina con una extensión de 412 003 ha. Incluye numerosos lagos y ríos caudalosos que desaguan en el océano Atlántico, excepto los que conforman la cuenca del lago Lácar, que desagua a través del Río Hua Hum al Océano Pacífico.

Los asentamientos urbanos más próximos son San Martín de los Andes y Junín de los Andes, con una población de 27.956 y de 12.621 habitantes respectivamente (INDEC 2010). Algo más alejada que éstas, pero relativamente cerca del parque es la localidad de Aluminé, que cuenta con 4.591 habitantes (INDEC 2010).

El clima que caracteriza al área es frío húmedo, típico de la Cordillera Patagónica. En invierno, se registran temperaturas medias de 4°C, mientras que en verano llegan a los 20°C (Burkart et al. 1994). Una característica del clima de la región es la alta pluviosidad que se registra a lo largo de toda una delgada franja extendida de norte a sur. Ello se debe a la influencia que en esa región andina tienen los vientos que aportan humedad desde el cercano Océano Pacífico. Debido a este fenómeno, se desarrollan sobre las laderas y los valles, bosques húmedos característicos de la Patagonia Andina, conocidos con el nombre de bosques subantárticos o bosques andino-patagónicos. Las precipitaciones se reducen drásticamente de oeste a este, dando paso a un ambiente de transición o ecotono hasta llegar a la estepa patagónica.

El PNL protege muestras de dos provincias fitogeográficas (Cabrera 1971): la Altoandina y la Subantártica. La provincia Altoandina conforma islas en las zonas de alta montaña, sobre los 1600 metros de altura. La zona presenta suelos inmaduros y rocosos, dominada por un clima frío y seco, dado que las precipitaciones ocurren mayormente en forma de nieve y las temperaturas medias son muy bajas, menores a los 8°C (Cabrera 1971).

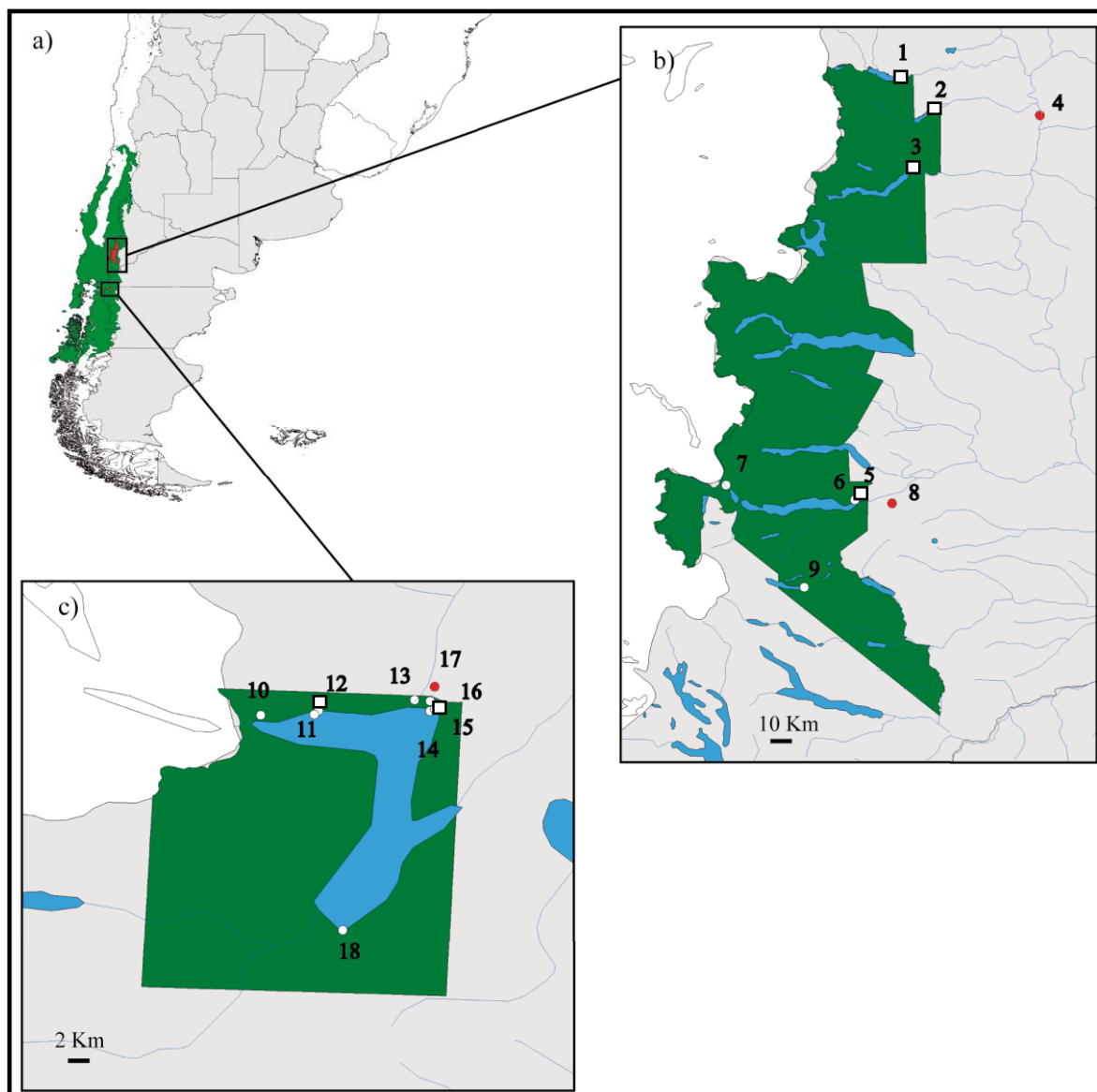


Figura 1. 2. a) Bosques Andino Patagónicos. b) Parque Nacional Lanín, sitios de muestreo: 1- Ñorquinco, 2- Ruca Choroí, 3- Quillen, 4- Aluminé, 5- Seccional Bandurrias, 6- Mirador Bandurrias, 7- Hua Hum, 8- San Martín de los Andes, 9- Laguna Pudú Pudú. C) Parque Nacional Lago Puelo, sitios de muestreo: 10- Los Hitos, 11- Gendarmería 1, 12- Gendarmería 2, 13- Río Azul 1, 14- La Playita, 15- Pitranto Grande, 16- Río Azul 2, 17- Puelo y 18- Río Turbio. Círculo rojo: sitios urbanos (trampa cebada), Círculo blanco: (trampa cebada y captura activa) y Cuadrado (trampa cebada, captura activa y trampa malaise).

El bosque subantártico se encuentra por debajo de los 1600 metros de altura y se extiende como una delgada franja angosta a lo largo de la Cordillera, desde Neuquén hasta Tierra del Fuego. El clima es templado- frío y húmedo. Las condiciones climáticas son altamente variables en las diferentes direcciones, y determinan la distribución de los tipos de vegetación y la dominancia de las especies vegetales. Los bosques se extienden según la temperatura en sentido altitudinal y latitudinal (de norte a sur), y en respuesta a la disponibilidad de humedad en sentido longitudinal (de oeste a este). En estos bosques tienen un importante predominio las especies del género *Nothofagus*, de la familia Fagaceae, exclusivo del hemisferio sur, muy bien representado en la cordillera patagónica.

El pehuén o araucaria (*Araucaria araucana*), forma bosques entre los 800 y 2000 metros de altura, en asociación con la lenga (*Nothofagus pumilio*) hasta los 1800 metros y sobrepasándola luego en su distribución altitudinal. Se lo suele encontrar a lo largo del curso de ríos y trepando las laderas de las montañas. El pehuén es una conífera que crece lentamente y desarrolla una corteza gruesa que le permite resistir los frecuentes incendios que ocurren en la zona. Además, estos bosques de pehuén son los únicos protegidos por un Parque Nacional, y dada la restringida distribución de este árbol en el país, la especie es considerada de valor especial. En el sector norte del PN desde el lago Ñorquinco al Tromen, domina el pehuén en bosques puros o mixtos con lengas, ñires (*Nothofagus anartica*) o robles pellín (*Nothofagus obliqua*). La asociación lenga-pehuén es frecuente en la cuenca del lago Quillén, la cual presenta una de las masas boscosas más densas dentro del Parque. También el pehuén avanza hacia la estepa patagónica y crece junto a pastos y arbustos típicos de esta ecoregión.

En el sector central sudoeste del PN, desde el Lago Huechulafquen al Lácar, predominan los bosques mixtos de coihue (*Nothofagus dombeyi*) y raulí (*Nothofagus alpina*), con el roble pellín, en especial en el sector de los lagos Lolog y Lácar. En aquellas áreas de mayor humedad se desarrolla el bosque valdiviano, en donde el coihue es dominante, junto a un muy denso sotobosque de caña colihue (*Chusquea culeou*) junto a numerosos arbustos, helechos, musgos, hepáticas y hongos que abundan en el suelo.

Los muestreos fueron realizados durante el verano, en dos años diferentes, el primer muestreo fue realizado en Febrero del 2011 y el segundo en Enero del 2013. Los sitios de muestreo fueron seleccionados de acuerdo a la factibilidad de acceso y teniendo en cuenta un gradiente latitudinal.

Los sitios fueron divididos en dos conjuntos, a) en áreas fuera del PN, las cuales se dispusieron en lugares fuertemente antropizados (sitios urbanos), y b) en áreas dentro del parque. Los sitios urbanos fueron San Martín de los Andes durante el primer año y Aluminé en el segundo año. Los sitios ubicados dentro del parque durante la primera campaña fueron Hua Hum ($40^{\circ}07,099$; $71^{\circ}39,725$), Mirador Bandurrias ($40^{\circ}09,854$; $71^{\circ}22,249$), Seccional Bandurrias ($40^{\circ}08,764$; $71^{\circ}20,795$) y Laguna Pudú Pudú ($40^{\circ}21,727$; $71^{\circ}28,489$). En la segunda campaña fueron en Ñorquinco ($39^{\circ}09,073$; $71^{\circ}15,475$), Ruca Choroí ($39^{\circ}13'53,54''$; $71^{\circ}10'36,72''$) y Quillen ($39^{\circ}21'40,71''$; $71^{\circ}13'13,76''$), correspondiendo los sitios muestreados del primer año al sector sur del PNL y los sitios del segundo año al sector norte del parque.

1.10. Parque Nacional Lago Puelo

El PNLP (Fig. 1.2. c) se creó como área anexa al PN Los Alerces el 11 de mayo de 1937, con la finalidad de proteger un sector del bosque patagónico caracterizado por la presencia de especies típicas de la región valdiviana, que en la Argentina no se hallan en ningún otro sitio. El parque se encuentra ubicado en el noroeste de la provincia de Chubut, y se extiende en la cordillera patagónica, en los $42^{\circ}11'00''S$ y $71^{\circ}41'00''O$. El área que ocupa se encuentra dominada por un relieve de montañas y valles. El PNLP tiene una superficie de 27.674 ha las cuales se dividen en dos áreas de manejo: parque nacional con 18.100 ha, y el área protegida con recursos manejados con 5.600 ha, dividida en dos reservas nacionales denominadas *Zona Turbio* y *Zona Norte*.

El asentamiento urbano más próximo se ubica a dos kilómetros del lago, es una pequeña localidad que se llama Lago Puelo, que cuenta con 6.038 habitantes (INDEC, 2010).

El relieve del parque es montañoso, con lagos de origen glaciar, siendo el más importante el lago Puelo. Dicho lago tiene una superficie de 4.575 ha y solo una pequeña fracción se ubica fuera de los límites del PN.

En este PN se registran temperaturas más templadas que en los valles andino patagónicos de mayor altura, con valores medios aproximados de 17°C en enero y de 5°C en julio. La estación húmeda es el invierno y las precipitaciones anuales varían desde unos 1.250mm en el noroeste del PN, aproximadamente.

El PNLP tiene como particularidad que la flora que alberga es única en el país, debido a la conexión trasandina de este valle, a la escasa altitud de las costas de este lago (solo unos 200 msnm), y al microclima particular que ello genera, con fuertes ingresiones de la flora valdiviana chilena. Las especies más llamativas, características del bosque valdiviano chileno, son el tique (*Aextoxicaceae punctatum*), el avellano (*Gevuina avellana*) y el lingue (*Persea lingue*), además de encontrarse la flora característica del bosque andino patagónico como el coihue, el ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*), y el alerce (*Fitzroya cupressoides*), entre otros.

Los muestreos fueron realizados durante el mes de enero del 2011 y 2012. El sitio de muestreo correspondiente al ambiente urbano se ubicó en la población Lago Puelo (42°04'00"S 71°37'00"O). Los sitios ubicados dentro del Parque Nacional fueron Río Azul 1 (42° 05,553'; 71° 36,898'), Río Azul 2 (42° 05,790'; 71° 37,494'), Pitranto Grande (42° 05,717'; 71° 36,789'), La Playita (42°05,825'; 71°36,442'), Gendarmería 1 (42°05,894'; 71°40,902'), Gendarmería 2 (42°05,954'; 71°40,999'), Los Hitos (42° 06,188'; 71° 43,503') y Río Turbio (42° 13,748'; 71° 40,314').

1.11. Métodos de colecta

Debido a que los dípteros calíptros saprófagos son extremadamente móviles y presentan distintos hábitos, muchas veces es necesario utilizar diferentes técnicas para tener una idea representativa de una comunidad. En este trabajo se utilizaron tres técnicas de colecta diferentes:

Trampas cebadas: consistentes en un tarro plástico de 150mm de diámetro y 200 mm de altura aproximadamente. Lateralmente presentan cuatro aberturas y en su parte superior presenta un embudo realizado con una botella de plástico que permite el ingreso de los dipteros sin que puedan volver a salir, quedando cerrado por otra botella que se encuentra por encima. En el interior de tarro plástico se colocó un recipiente cubierto por una lycra en donde se colocó el cebo (Fig. 1.3). El cebo utilizado en las trampas fue harina de hueso (putrescina), que es un compuesto químico orgánico maloliente, producido por la descomposición de los aminoácidos en los organismos vivos y muertos. Las trampas cebadas fueron, por el número utilizado de ellas, el principal método de muestreo empleado en este estudio.

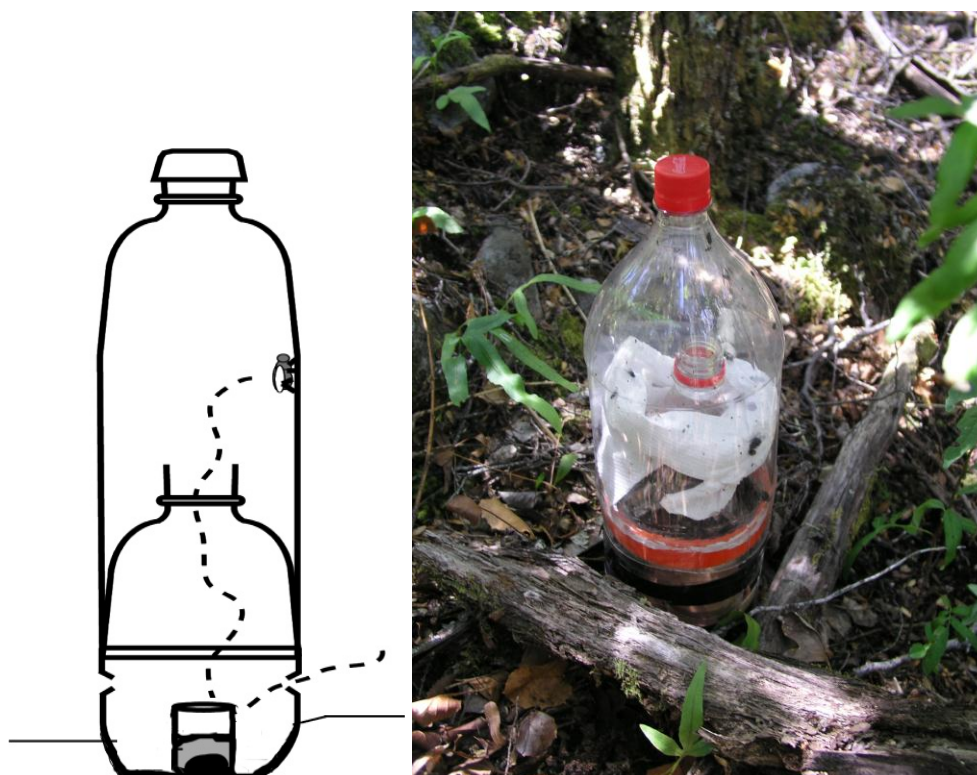


Figura 1.3. Esquema trampa cebada (modificada Hwang & Turner 2005) y foto de la trampa en funcionamiento.

La cantidad de trampas ubicadas en distintos puntos se resume en Tabla 1.1. Las trampas fueron dispuestas a las 10:00 horas y luego fueron extraídas a las 16:00 horas, aproximadamente. Las trampas se colocaron en ambientes que presentaron distinta proporción de cobertura arbórea y de acuerdo a la disponibilidad y características de los sitios. Además, también se ubicaron trampas en ambientes antropizados (sitios urbanos), los cuales se ubicaron en la población más cercana al Parque Nacional.

Tabla 1.1. Número de trampas utilizadas por sitio de muestreo en Parque Nacional Lanín (PNL) y en Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

| Sitio de Muestreo | Trampa Parque Nacional | Trampa Urbano | Capturas activas | Trampa Malaise | Parque Nacional |
|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|
| San Martín | - | 5 | - | - | PNL |
| Hua Hum | 6 | - | 6 | - | PNL |
| Mirador Bandurrias | 6 | - | 6 | - | PNL |
| Seccional Bandurria | 6 | - | 6 | 2 | PNL |
| Laguna Pudú Pudú | 6 | - | 6 | - | PNL |
| Aluminé | - | 9 | - | - | PNL |
| Ñorquinco | 9 | - | 6 | 2 | PNL |
| Ruca Choroí | 9 | - | 6 | 2 | PNL |
| Quillen | 9 | - | 6 | 2 | PNL |
| Puelo 1 | - | 4 | - | - | PNLP |
| Pitranto Grande | 6 | - | 6 | - | PNLP |
| Río Turbio | 6 | - | 6 | - | PNLP |
| Los Hitos | 6 | - | 6 | - | PNLP |
| Río Azul 1 | 6 | - | 6 | 1 | PNLP |
| Puelo 2 | - | 8 | - | - | PNLP |
| Gendarmería 1 | 4 | - | 4 | 1 | PNLP |
| La Playita | 4 | - | 4 | - | PNLP |
| Gendarmería 2 | 4 | - | 4 | - | PNLP |
| Río Azul 2 | 4 | - | 4 | - | PNLP |

Captura activa: es una técnica muy utilizada para captura insectos voladores. Que consiste en caminar a través del hábitat seleccionado y capturar los especímenes mediante la utilización de redes de mano, las caminatas fueron recorridas al azar, en donde no se planeo una transecta. Cuando se atrapa el ejemplar, se dan dos o tres movimientos bruscos de ida y vuelta con la red para que los insectos caigan al fondo, luego se cierra la red inmediatamente estrangulándola con la mano.

Las capturas activas se realizaron en lugares aledaños al punto en que se colocaron las trampas cebadas; al igual que estas, las capturas activas se desarrollaron en hábitat con diferentes grados de cobertura arbórea (Tabla.1.1.). Por cada sitio se realizaron capturas activas por alrededor de dos horas.

Trampa Malaise: son carpas de malla plástica con los lados abiertos, la cual presenta un frasco colector en su parte superior (Townes 1972). Es un sistema pasivo, muy eficaz, donde se colectan principalmente insectos voladores, especialmente dipteros (Ros-Farre & Pujade-Villa 1998). Las capturas están en relación directa a dos parámetros la abundancia y la movilidad. La trampa Malaise que se utilizó, corresponde al modelo Townes (el modelo comercial es Bioquip con el nombre Lightweight Malaise Trap). Se utilizó acetato de etilo en el frasco matador, el cual fue ubicado en un pequeño recipiente cubierto por una lycra para permitir la evaporación del veneno y que los insectos no entren en contacto con dicha sustancia.

Todos los ejemplares capturados se sacrificaron mediante el uso frascos matadores con acetato de etilo.

Para el muestreo se utilizaron dos trampas malaise que fueron colocadas en alguno de los sitios (Tabla. 1.1.). El periodo de tiempo durante el cual funcionaron estas trampas fue variable en cada sitio, dependiendo del grado de resguardo y vigilancia sobre el dispositivo disponible (Tabla 1.2).

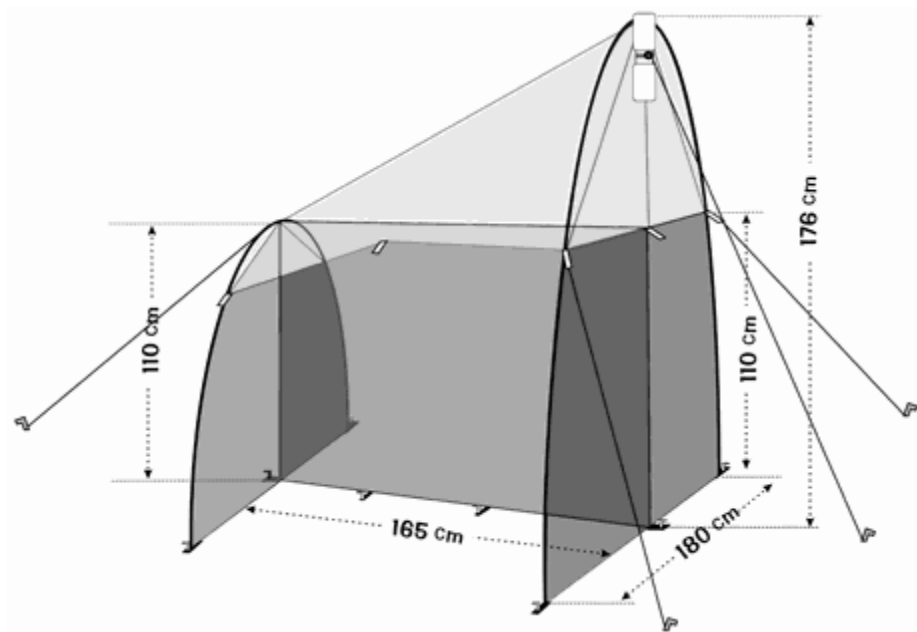


Figura 1.4. Trampa Malaise modelo de Townes de Bioquip.



Figura 1.5. Trampa Malaise en el Parque Nacional Lanín.

Tabla 1.2. Número y ubicación de trampas Malaise utilizadas y tiempo de funcionamiento (día, horas por día y parque nacional).

| Sitio | Nro de Malaise | Día / Malaise | Hrs por día/ Malaise | Parque Nacional |
|---------------|----------------|---------------|-------------------------|-----------------|
| Gendarmería | 1 | 5 | 24 | PNLP |
| Río Azul | 1 | 1 | 6 | PNLP |
| S. Bandurrias | 2 | 6 | 24 | PNL |
| Ñorquinco | 2 | 1 | 6 | PNL |
| Ruca Choroí | 2 | 1 | 6 | PNL |
| Quillen | 2 | 1 | 6 | PNL |

1.12. Variables ambientales medidas

Para estudiar la relación que existe entre las variables ambientales con la presencia y abundancia de los diferentes taxa en los diferentes sitios, se decidió medir las siguientes variables ambientales: cobertura arbórea, intensidad lumínica, impacto antrópico en cada sitio de muestreo.

La forma en que se tomaron las mediciones de estas variables se detallan en los capítulos subsiguientes, según corresponda.

1.13. Preservación e identificación del material

Los especímenes colectados fueron preparados, etiquetados y dispuestos en cajas cerradas herméticamente para su adecuada preservación. La preparación consistió, en montar los especímenes en alfileres entomológicos, o en el caso de aquellos ejemplares que tuvieron una marcada abundancia, el excedente fue guardado en seco dentro de sobres de papel. Cada espécimen fue etiquetado indicando sexo, localidad, parque correspondiente, fecha de colecta, método de muestreo y colector.

En el caso de los ejemplares macho de la familia Sarcophagidae, se procedió a estirar la genitalia mediante la utilización de un alfiler de acuerdo a la metodología utilizada por (Dahlem & Naczi 2006) para acceder a su identificación.

Los especímenes fueron identificados mayoritariamente a nivel de especie. En los casos en que no se pudo determinar a especie, se llegó hasta el menor nivel taxonómico posible. Para la identificación se utilizaron claves, revisiones y descripciones taxonómicas de los distintos grupos (Malloch 1934, Hall 1937, Carvalho 2002, Mulieri et al. 2014, Mulieri et al. 2015, entre otras). El material perteneciente a la familia Fanniidae fue identificado por la Dra. Cecilia Dominguez. El material colectado se depositó mayormente en la colección perteneciente al Museo de Ciencias Naturales “Bernardino Rivadavia” (MACN) y los especímenes de la familia Fanniidae fueron depositados en el Instituto Argentino de Investigaciones de Zonas Áridas (IADIZA).

CAPÍTULO 2: Evaluación de los métodos de muestreos para sarcosaprófagos y otros gremios de dípteros caliptrados

2.1. Introducción

En muchos estudios sobre biodiversidad de insectos, los taxa son agrupados en gremios de acuerdo a sus características biológicas, en lugar de ser agrupados desde un punto de vista taxonómico (Chapman & Sankey 1955, McKinnerney 1978, Jirón & Cartín 1981, Braack 1987). Por lo tanto, el análisis de la estructura de los gremios es un enfoque útil para examinar el papel funcional de las especies que viven en una comunidad en particular y como método para comparar diferentes comunidades. Típicamente el concepto de gremio ha sido aplicado para describir ecológicamente la estructura espacial y temporal de las comunidades de insectos, teniendo en cuenta las múltiples formas en que las especies pueden obtener sus recursos tróficos (Root 1967, Simberloff & Dayan 1991, Dilling et al. 2007, Wardhaugh et al. 2012). Por el contrario, otros tipos de estudios están dirigidos a explorar la diversidad de un gremio en particular, generalmente cuando se trata de un conjunto de especies cuya biología tiene impacto en la actividad humana.

La aplicación adecuada de la metodología de muestreo es crucial para la realización de exploraciones de la diversidad de insectos de un área. Para llevar a cabo estas evaluaciones de la biodiversidad de insectos existen muchos métodos y modelos de trampas disponibles. Sin embargo, la información que estos métodos recaban es sometida a una serie de sesgos inherentes a su aplicación. Por lo tanto, la estructura de los gremios obtenidos por estos métodos de captura variará de acuerdo a la naturaleza compleja de las especies (por ejemplo, por sus hábitos de dispersión, el periodo de vida, el uso de recursos diferencial, etc.), y las particularidades de los dispositivos y su mecanismo de captura. Pocos estudios han investigado estas diferencias de estructura de gremios de insectos entre diferentes técnicas de muestreo (Schiers et al. 1997, Mulieri et al. 2015b).

Calypttratae es uno de los infraordenes de Diptera con mayor diversidad de biología y riqueza de especies (Yeates et al. 2007, Kutty et al. 2010). Algunas familias son más uniformes en su biología, como ocurre con las moscas parasitas de la familia Tachinidae, que actúan exclusivamente como parasitoides de otros artrópodos, especialmente de insectos. Contrariamente, muchas otras familias se caracterizan por presentar una gama biológica más amplia, como ocurre con Anthomyiidae, Calliphoridae, Muscidae, Sarcophagidae. La coexistencia de una gran variedad de rasgos biológicos en estos taxa dificulta la obtención de un adecuado inventario de dipteros caliptrados, ya que es poco probable obtener una muestra representativa aplicando una sola técnica de muestreo. En el caso de los estudios dirigidos a evaluar la biodiversidad de Calypttratae, muchas de las especies descomponedoras pertenecientes a las familias Calliphoridae, Sarcophagidae, Fanniidae y Athomyiidae, cuyas larvas se alimentan de carroña o heces, suelen incluirse dentro del gremio sarcosaprófagos (Brown et al. 2009, Marshall 2012). Estos grupos de caliptrados son intensamente muestreados por su rol como indicadores forenses o por ser considerados como plagas, en comparación con otras moscas caliptradas. Consecuentemente, este conjunto de especies probablemente sea el más estudiado de los caliptrados, desde el punto de vista ecológico.

En el caso de Calypttratae, no se dispone de estudios sobre la evaluación y estructuración de gremios asociados con los bosques andino-patagónicos. El objetivo de este capítulo es evaluar la estructura de los gremios de caliptrados obtenidos por tres diferentes métodos de colecta, especialmente focalizado en la diversidad de especies sarcosaprófagas. Con este objetivo, se evaluó la representación de gremios obtenida con una técnica utilizada frecuentemente para colectar moscas sarcosaprófagas (trampas con cebo) en comparación con otras dos técnicas de amplia utilización para insectos voladores (captura activa con red de mano y la trampa malaise). Se describió la proporción de gremio que representa cada familia de dipteros caliptrados. Además, se compararon los resultados obtenidos de las tres técnicas en relación a los dipteros sarcosaprófagos. Por lo tanto, la abundancia proporcional, la riqueza y la tasa de captura de sarcosaprófagos se compararon entre los tres métodos de muestreo. Finalmente, se proporciona un inventario de referencia

de las especies de caliptrados sarcosaprófagos de los bosques templados del sur de Sudamérica.

2.2. Materiales y Métodos

2.3. Muestreo

Se utilizaron las tres técnicas de muestreo: Trampa cebadas con putracina, Captura activa y Trampa Malaise descritas en detalle en secciones anteriores (ver Metodología General). El área de muestreo abarcó sólo los sitios que se ubicaron dentro del área protegida por los parques nacionales.

2.4. Criterios de clasificación de los gremios

Los especímenes fueron agrupados de acuerdo al gremio trófico al que pertenecen. Para esta propuesta, se adoptó el concepto general de “Gremio estructural”, que define a un grupo de especies que utiliza el mismo recurso, pero no necesariamente de la misma forma o para el mismo fin (Szaro 1986). Este criterio fue adoptado, debido a que la designación de las moscas adultas en los diferentes gremios suele ser bastante problemática y los límites entre gremios son poco claros (ver Kitching et al. 2005, Hanski 1987a). Este concepto básico nos permite incluir cada especie a un gremio único de acuerdo con la información disponible, con el fin de reflejar el tipo de sustrato explotado. En este caso, el sustrato explotado se considera al lugar donde los organismos obtienen su alimento, especialmente referido a aquel sustrato en el que sus estadios larvales se desarrollan o bien a la interacción de los adultos con un recurso limitante (Kitching et al. 2005).

Por lo tanto, para realizar una única designación de gremios para cada taxón, se adoptó el siguiente criterio escalonado: (1) a cada especie se le asigna un único gremio de acuerdo a la información relacionada con el sustrato de cría de la larva (2) en ausencia de tal información, la segunda opción es extrapolar los datos disponibles sobre sustratos de cría registrados a partir de taxones estrechamente relacionados. Tal extrapolación podría

extenderse de especies co-genérica, o de taxones supraespecíficos. (3) Finalmente, si no existe información sobre el sustrato de cría, se tomó en cuenta los registros existentes en el comportamiento de alimentación de los adultos de la misma especie o extrapolada de taxones relacionados. Para cada taxa, se registró el criterio empleado.

Bajo estas premisas, se consideraron los siguientes gremios de dípteros caliptrados:

Coprófagos: especies que se alimentan de excrementos (Hanski 1987b).

Necrófagos: especies que se alimentan de carroña proveniente de cadáveres (Hanski, 1987b).

Saprófagos generalistas: esta designación fue utilizada para aquellas moscas que se alimentan indistintamente sobre heces o carroña. En concreto, todas aquellas especies que se comporten indistintamente como coprófagos o necrófagos. También se incluye aquí a aquellas especies cuyos hábitos son registrados de forma ambigua en la literatura.

Detritívoros: se definió como detritívoro, únicamente a las especies asociadas con la materia orgánica en descomposición que no está compuesta principalmente por proteínas de origen animal (como es el caso de heces o carroña). Estas especies se asocian generalmente a materia orgánica en ambientes húmedos (como sustratos musgosos o barro), y en ciertas circunstancias con cierto grado de fitofagia. Muchos de estos casos se refieren a especies de moscas con adultos depredadores como ocurre con los muscudos de la subfamilia Coenosiinae.

Cleptoparásitos: son aquellas especies que se desarrollan a expensas de otro organismo, a través de la apropiación de su comida, produciendo la muerte ya sea directa o indirectamente (Eggleton & Belshaw 1992).

Parásitos: especies que se desarrollan sobre o dentro de un huésped, de donde extraen nutrientes, provocando la muerte ya sea en forma directa o indirecta (Kuris 1974).

Estos gremios son agrupados en el siguiente orden jerárquico. Hay dos principales divisiones de gremios: *No Descomponedores* y *descomponedores*. En la primera división se agrupan los gremios de cleptoparásitos y parasitoides. Por otro lado, los descomponedores

incluyen todos los organismos que se alimentan de materia orgánica en descomposición. En este grupo, emergen claramente dos subgrupos principales de gremios, sobre la base del tipo de sustrato y la dinámica intrínseca que suelen acarrear dichos sustratos. Por un lado, los sarcosaprófagos: que incluye a los gremios asociados a recursos efímeros con alto contenido de proteínas de origen animal (heces, cadáveres). Por otro lado, los detritívoros, cuyo sustrato de cría tienen contenidos más bajos de proteína animal, y no son efímeros, ni se producen espacialmente como microhábitats en forma de parches (Tabla 2.1).

Tabla 2.1. Esquema de la clasificación de gremio estructural de dipteros caliptrados.

| Descomponedores | |
|---------------------------|--------------------------------|
| Sarcosaprófagos | <i>Coprófagos</i> |
| | <i>Necrófagos</i> |
| | <i>Saprófagos generalistas</i> |
| Detritívoros | <i>Detritívoros</i> |
| No descomponedores | |
| | <i>Cleptoparásitos</i> |
| | <i>Parasitoides</i> |

2.5. Análisis de los datos

2.6. Diversidad y abundancia

Se evaluó el rendimiento de cada método de muestreo analizando la proporción de capturas de cada gremio. Con el fin de estimar y comparar la diversidad de diferentes gremios capturados por cada tipo de muestreo, se calculó el índice de Shannon (Magurran 2004). Este índice y sus intervalos de confianza (IC), fueron obtenidos a partir del software

Infostat 2013 (Di Rienzo et al. 2013). También se evaluaron las diferencias en la incidencia proporcional de dípteros sarcosaprófagos entre las técnicas de muestreo, mediante la prueba de Chi al cuadrado para m proporciones independientes (Fleiss 1981).

Adicionalmente, se realizaron curvas de rarefacción basadas en muestras, para comparar la riqueza de las especies de dípteros sarcosaprófagos obtenidos mediante cada método de muestreo. La curva de rarefacción permite estandarizar diferentes muestras de distinto tamaño para compararlas entre sí, mediante el remuestreo repetido y aleatorio de un conjunto de N muestras colectados (Gotelli & Colwell 2001). Las curvas de rarefacción con intervalos de confianza del 95%, se realizaron mediante el software Past (Hammer et al. 2001).

Se realizaron ranking de abundancia de los taxa, para comparar los patrones de abundancia relativa entre los métodos de muestreo para mostrar el grado de variación entre ellos (Sackmann 2006). En tal análisis, la comparación es de a pares y el orden de los taxones obtenido mediante las trampas cebadas se dispone como referencia para comparar gráficamente las técnicas de muestreo. La abundancia por especie fue transformada a $\text{Log}(n+1)$.

2.7. Tasa de captura.

Se comparó la tasa de captura de caliptrados totales y de sarcosaprófagos entre los métodos de muestreo. Para este análisis solo se tuvieron en cuenta los sitios en donde se aplicaron los tres métodos de muestreo (Fig. 1. 2). Para realizar este análisis, se calculó el número de muestras colectadas por hora, por unidad de muestra, para cada método. Ambos análisis se realizaron mediante el test no paramétrico de Friedman para n muestras dependientes (Zar 1996).

2.8. Resultados

Un total de 4494 especímenes fueron colectados en ambos Parques Nacionales. En el PNL se capturaron 1907 especímenes, el mayor porcentaje fue obtenido por las trampas cebadas, con 1221 individuos (64,0%), seguido de las capturas activas con 529 individuos (27,7%), y la trampa Malaise con 157 (8,2%). En el PNLP, se capturaron 2587 especímenes, de los cuales 1426 individuos (55,1%) fueron capturados por trampas cebadas, 688 especímenes (26,6%) fueron obtenidos a través de capturas activas, y 473 (18,3%) por trampa Malaise. El porcentaje de captura en ambos parques fue similar.

Un inventario de 37 especies de dípteros calíptros sarcosaprófagos fueron registrados (17 necrófagos, 4 coprófagos, y 16 saprófagos generalistas), de las cuales sólo 11 especies tienen observaciones directas y registros de los sustratos explotados por la larva (Tabla 2.).

Tabla 2.2. Designación de cada taxón en diferentes gremios. Criterios de asignación: (1) la información directa sobre el sustrato de las larvas, (2) la información sobre el sustrato de larvas extrapolado de un taxón más cercano, (3) la información por parte del adulto de los mismos taxones.

| Familia | Taxa | Gremio estructural | Referencia | Criterio |
|---------------|---|------------------------|-----------------|----------|
| Anthomyiidae | <i>Anthomyia</i> spp. | Saprófagos Generalista | Milchelsen 2010 | 2 |
| | <i>Calythea</i> spp. | Saprófagos Generalista | Milchelsen 2010 | 2 |
| | <i>Delia</i> spp. | Saprófagos Generalista | Milchelsen 2010 | 2 |
| | <i>Myospinella</i> spp. | Saprófagos Generalista | Milchelsen 2010 | 2 |
| Calliphoridae | <i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830 | Necrófago | Camacho 2005 | 1 |

| | | | | |
|-----------|--|-----------------------|------------------------------------|-----|
| | <i>Compsomyiops fulvicrura</i> (Robineau-Desvoidy, 1830) | Necrófago | Trigo 2006 | 1 |
| | <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) | Necrófago | Pinilla et al. 2010 | 1 |
| | <i>Sarconesia chlorogaster</i> (Wiedemann, 1830) | Necrófago | Vairo et al. 2015 | 1 |
| | <i>Sarconesiopsis magellanica</i> (Le Guillou, 1842) | Necrófago | Pinilla et al. 2013 | 1 |
| Fanniidae | <i>Fannia albitarsis</i> Stein, 1911 | Saprófago Generalista | Holloway 1984 | 1 |
| | <i>Fannia anthracina</i> (Walker, 1836) | Saprófago Generalista | Carvalho et al. 2003 | 2 |
| | <i>Fannia punctiventris</i> Malloch, 1934 | Saprófago Generalista | Carvalho et al. 2003 | 2 |
| | <i>Fannia schnusei</i> Stein, 1911 | Saprófago Generalista | Carvalho et al. 2003 | 2 |
| | <i>Fannia</i> spp. | Saprófago Generalista | Carvalho et al. 2003 | 2 |
| Muscidae | <i>Apsil</i> spp. | Detritívoro??? | No information | |
| | <i>Arthurella nudiseta</i> Albuquerque, 1954 | Generalista saprófago | Lopes 1985, Patitucci et al. 2011b | 2,3 |
| | <i>Coenosia</i> spp. | Detritívoro | Skidmore 1985 | 2 |

| | | | |
|--|-----------------------------|--|---|
| <i>Helina</i> spp. | Detritívoro | Skidmore 1985 | 2 |
| <i>Hydrotaea acuta</i> Stein, 1898 | Necrófago | Skidmore 1985 | 2 |
| <i>Hydrotaea cyaneiventris</i> Macquart, 1851 | Necrófago | Skidmore 1985 | 2 |
| <i>Lispe</i> spp. | Detritívoro | Savage & Vockeroth 2010 | 2 |
| <i>Lispoides</i> spp. | Detritívoro/Predador | Skidmore 1985 | 2 |
| <i>Muscina stabulans</i> (Fallén, 1817) | Saprófago Generalista | Skidmore 1985 | 1 |
| <i>Myospila cyanea</i> (Macquart, 1843) | Saprófago Generalista | Savage & Vockeroth 2010 | 2 |
| <i>Ophyra aenescens</i> (Wiedemann, 1830) | Necrófago | D almeida et al. 1999 | 1 |
| <i>Ophyra</i> spp. | Necrófago | Skidmore 1985 | 2 |
| <i>Palpibracus</i> spp. | Saprófago Generalista??? | | |
| <i>Psilochaeta apicalis</i> (Malloch, 1934) | Saprófago Generalista??? | Figuerola Roa & Linhares 2004, Patitucci et al. 2013 | 3 |
| <i>Psilochaeta chalybea</i> (Wiedemann, 1830) | Saprófago Generalista | Figuerola Roa & Linhares 2004, Patitucci et al. 2013 | 3 |

| | | | | |
|---------------|--|----------------|---|---|
| | <i>Reynoldsia</i> spp. | Detritívoro | No information | |
| | <i>Schoenomyza</i> spp. | Detritívoro | Skidmore 1985 | 2 |
| | <i>Schoenomyzina</i> spp. | Detritívoro??? | No information | |
| | <i>Spathiphermyia</i> spp. | Detritívoro | Skidmore 1985 | 2 |
| | <i>Syllimnophora</i> spp. | Detritívoro | Skidmore 1985 | 2 |
| Sarcophagidae | <i>Microcerella chilensis</i> (Hall, 1937) | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012 | 2 |
| | <i>Microcerella coniceti</i> Mariluis, 2006 | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012. | 2 |
| | <i>Microcerella edwardsi</i> (Hall, 1937) | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012 | 2 |
| | <i>Microcerella spinosa</i> (Hall, 1937) | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012. | 2 |
| | <i>Microcerella mallochi</i> (Hall, 1937) | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, | 2 |

| | | | |
|--|-----------------|---|---|
| | | Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012. | |
| <i>Microcerella rusca</i> (Hall, 1937) | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012. | 2 |
| <i>Microcerella</i> spp. | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012. | 2 |
| <i>Microcerella spinigena</i> (Rondani, 1863) | Necrófago | De Arriba & Costamanga 2006, Moretti et al. 2009, Moura et al. 2004, Mulieri et al. 2012. | 2 |
| <i>Opsidia intonsa</i> Aldrich, 1928 | Cleptoparásitos | Pape 1989 | 2 |
| <i>Oxysarcodexia varia</i> (Walker, 1836) | Coprófagos | Hernandez 1989 | 1 |
| <i>Oxysarcodexya bikini</i> Dodge, 1966 | Coprófagos | Hernandez 1989b | 2 |
| <i>Ravinia aureopyga</i> (Hall, 1928) | Coprófagos | Blanchard 1939b | 1 |

| | | | | |
|------------|---|------------------------|------------------------------|---|
| | <i>Sarcophaga argyrostoma</i> (Robineau-Desvoidy, 1830) | Coprófagos | Grassberger & Reiter 2002 | 1 |
| | <i>Tricharaea</i> spp. | Saprófagos Generalista | Lopes 1973 | 2 |
| Tachinidae | | Parasitoide | Wood & Zumbado 2010 | 2 |

2.9. Composición de gremios

La abundancia porcentual de los gremios varía de acuerdo al método de muestreo empleado. Las trampas cebadas exhiben un alto porcentaje de captura de necrófagos, coprófagos, y otros tipos de saprófagos generalistas. De hecho, este método de captura obtiene muestras casi exclusivamente compuestas de especies sarcosaprófagas (97,3-96,4%). En comparación, las capturas activas obtuvieron un 50% de dípteros sarcosaprófagos, seguido de detritívoros y parasitoides. Finalmente las trampas Malaise presentaron mayor proporción de detritívoros, seguida de parasitoides y saprófagos generalistas. Estas tendencias mostraron un patrón más o menos similar en los dos parques nacionales (Tabla 2. 3.).

Tabla 2.3. Abundancia y porcentaje de dípteros por cada gremio estructural y cada método de muestreo en el Parque Nacional Lanín (PNL) y en el Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

| Gremios | Trampa cebada | | | | Captura activa | | | | Trampa Malaise | | | |
|-------------------|----------------------|----------|-------------|----------|-----------------------|----------|-------------|----------|-----------------------|----------|-------------|----------|
| Parque / % | PNL | % | PNLP | % | PNL | % | PNLP | % | PNL | % | PNLP | % |
| Necrófagos | 464 | 38,0 | 620 | 43,5 | 108 | 20,4 | 130 | 18,9 | 2 | 1,3 | 5 | 1,1 |
| Coprófagos | 138 | 11,3 | 484 | 33,9 | 32 | 6,0 | 102 | 14,8 | 1 | 0,6 | 2 | 0,4 |
| Saprófagos | 586 | 48,0 | 271 | 19,0 | 121 | 22,9 | 84 | 12,2 | 35 | 22,3 | 86 | 18,2 |
| Detritívoros | 33 | 2,7 | 51 | 3,6 | 102 | 19,3 | 303 | 44,0 | 98 | 62,4 | 303 | 64,1 |
| Cleptoparasitos | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 11 | 2,1 | 11 | 1,6 | 3 | 1,9 | 2 | 0,4 |
| Parasitoide | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 155 | 29,3 | 58 | 8,4 | 18 | 11,5 | 75 | 15,9 |

En ambos parques nacionales, el índice de diversidad de Shannon (Fig. 2.1) indicó, que la técnica de captura activa fue la que registró mayor diversidad de gremios, seguida por la trampa Malaise, aunque los intervalos de confianza asociados a los índices indican que no hay diferencias significativas en la diversidad de gremios entre la trampa Malaise y la trampa cebada.

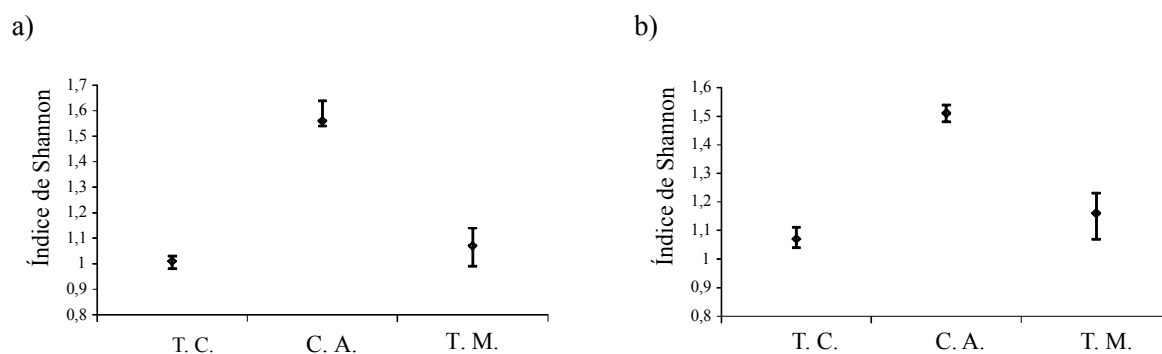


Figura 2.1. Diversidad de gremios estructurales obtenidos de cada método de muestreo. Trampa cebada (T. C), captura activa (C.A.) y trampa Malaise (T. M.). a) Parque Nacional Lanín, b) Parque Nacional Lago Puelo.

La cantidad relativa de sarcosaprófagos dependió de la técnica de muestreo utilizada, obteniéndose diferencias significativas en la abundancia proporcional de este gremio entre los métodos de muestreo analizados LNP $\chi^2 = 1035.73$, $df=2$, $P < 0,05$; LPNP $\chi^2 = 1789.44$, $df = 2$, $P < 0.05$) (Fig. 2. 2).

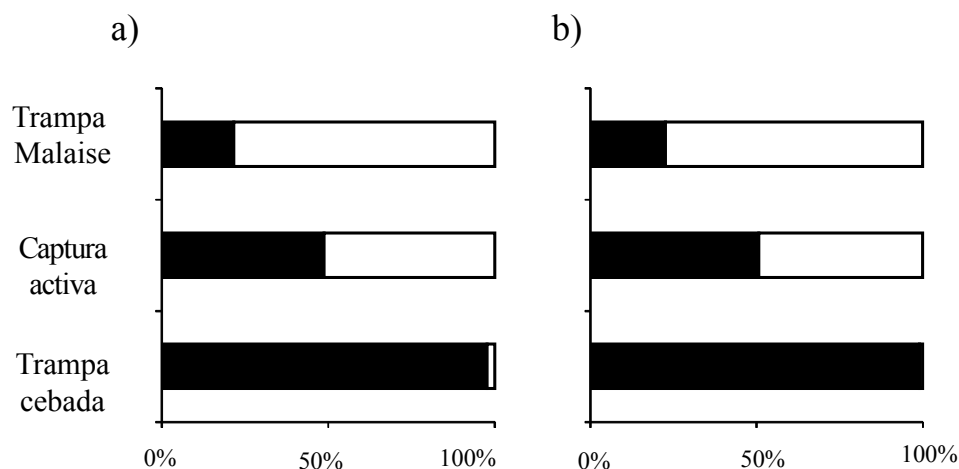


Figura 2.2. Porcentaje de dípteros sarcosaprófagos (necrófagos+ coprófagos+ saprófagos generalistas) capturado por los tres métodos de muestreo analizados en a) Parque Nacional Lanín y b) Parque Nacional Lago Puelo. Sarcosaprófagos (negro), otros gremios (detritívoros+ parásitos) (blanco).

Las familias de dípteros caliptrados obtenidas durante el muestreo fueron Anthomyiidae, Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae, Sarcophagidae y Tachinidae. En el análisis de los porcentajes de gremios capturados de las distintas familias, se registra que las familias Sarcophagidae y Muscidae fueron las que presentaron mayor diversidad de gremios. Además, Tachinidae estuvo totalmente compuesta por especies parasitoides. Las Anthomyiidae y Fanniidae son sarcosaprófagos mientras que Calliphoridae son necrófagos. Sarcophagidae fue representada mayoritariamente por coprófagos (56,8% PNL y 79,6% PNLP). Por otro lado, la familia Muscidae fue representada por detritívoros (55,9% PNL y 51,1% PNLP) y necrófagos (33,9% PNL y 32,9% PNLP), con una proporción baja de saprófagos generalista (10,2% PNL y 16,0% PNLP) (Fig. 2.3 a-b). El porcentaje que representa cada gremio en las diferentes familias de Calyptratae fue similar entre los parques; aunque la abundancia de las familias en los dos parques difiere notoriamente (Fig. 2.3 c-d).

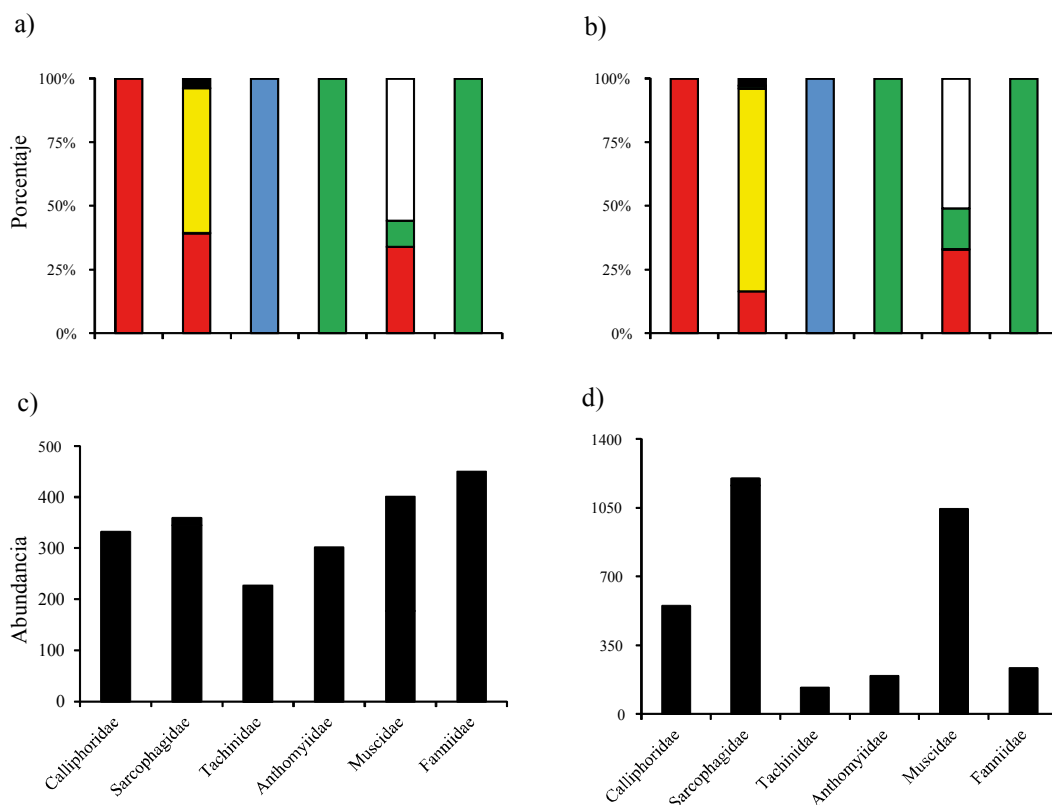


Figura 2.3. Porcentaje de gremios por familia (a-b) y abundancia de familias de Calyptratae (c-d) en el Parque Nacional Lanin (a,c) y Parque Nacional Lago Puelo (b,d). Coprófagos (amarillo), cleptoparasitos (negro), detritívoro (blanco), necrófago (rojo), parasitoide (azul), saprófagos generalistas (verde). (c-d) Abundancia capturada por cada familia.

Comparando los diferentes métodos de muestreo, se observó que Muscidae presentó mayor porcentaje de captura con la trampa Malaise (Tabla 2.4). Anthomyiidae presentó porcentajes similares dentro de los tres métodos en PNL, aunque en PNLP su porcentaje fue mayor con trampas Malaise. La familia Sarcophagidae exhibe una notable menor proporción de captura con la trampa Malaise en comparación con los otros dos métodos. Por otro lado, Tachinidae no presentó ningún registro en las trampas cebadas, mientras que en la captura activa y trampa Malaise, registraron porcentajes de captura similares. En contraste, la familia Calliphoridae presentó un mayor porcentaje de captura en trampas cebadas y capturas activas (Tabla 2.4.).

Tabla 2.4. Abundancia y porcentaje de las familias de dípteros caliptrados obtenidas por los métodos de muestreo en el Parque Nacional Lanín y Parque Nacional Lago Puelo.

| Familia | Trampa cebada | | | | Captura activa | | | | Trampa Malaise | | | |
|-------------------|----------------------|----------|-------------|----------|-----------------------|----------|-------------|----------|-----------------------|----------|-------------|----------|
| Parque / % | PNL | % | PNLP | % | PNL | % | PNLP | % | PNL | % | PNLP | % |
| Calliphoridae | 279 | 22,85 | 446 | 31,28 | 31 | 5,86 | 70 | 10,17 | 0 | 0,00 | 1 | 0,21 |
| Muscidae | 180 | 14,74 | 176 | 12,34 | 134 | 25,33 | 292 | 42,44 | 100 | 63,69 | 253 | 53,49 |
| Sarcophagidae | 194 | 15,89 | 577 | 40,46 | 117 | 22,12 | 208 | 30,23 | 7 | 4,46 | 10 | 2,11 |
| Fanniidae | 381 | 31,20 | 193 | 13,53 | 12 | 2,27 | 17 | 2,47 | 0 | 0,00 | 1 | 0,21 |
| Anthomyiidae | 187 | 15,32 | 34 | 2,38 | 80 | 15,12 | 43 | 6,25 | 32 | 20,38 | 133 | 28,12 |
| Tachinidae | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 | 155 | 29,30 | 58 | 8,43 | 18 | 11,46 | 75 | 15,86 |

2.10. Diversidad de dipteros caliptrados sarcosaprófagos

El índice de diversidad calculado para las especies sarcosaprófagas indica que en el PNL, las trampas cebadas exhiben una mayor diversidad, en contraste a lo que ocurre en el PNLP, donde el método que capturó una mayor diversidad es la captura activa (Fig. 2.4).

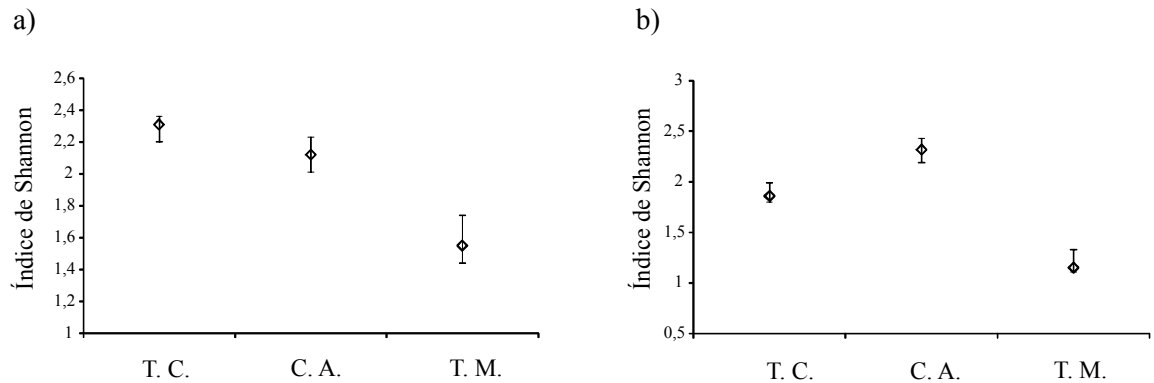


Figura 2.4. Índice de diversidad de dipteros caliptrados sarcosaprófagos. Trampa cebada (T. C.), captura activa (C. A.) y trampa Malaise (T. M.). a) Parque Nacional Lanín b) Parque Nacional Lago Puelo.

El análisis de rarefacción basado en muestras, revela diferencias significativas en la riqueza de especies sarcosaprófagas entre los tres métodos. En la curva de rarefacción se observa que la trampa cebada llega más rápidamente a la asíntota, alcanzando mayores riquezas respecto a las otras dos técnicas de muestreo. Ambas áreas presentan el mismo resultado (Fig. 2.5).

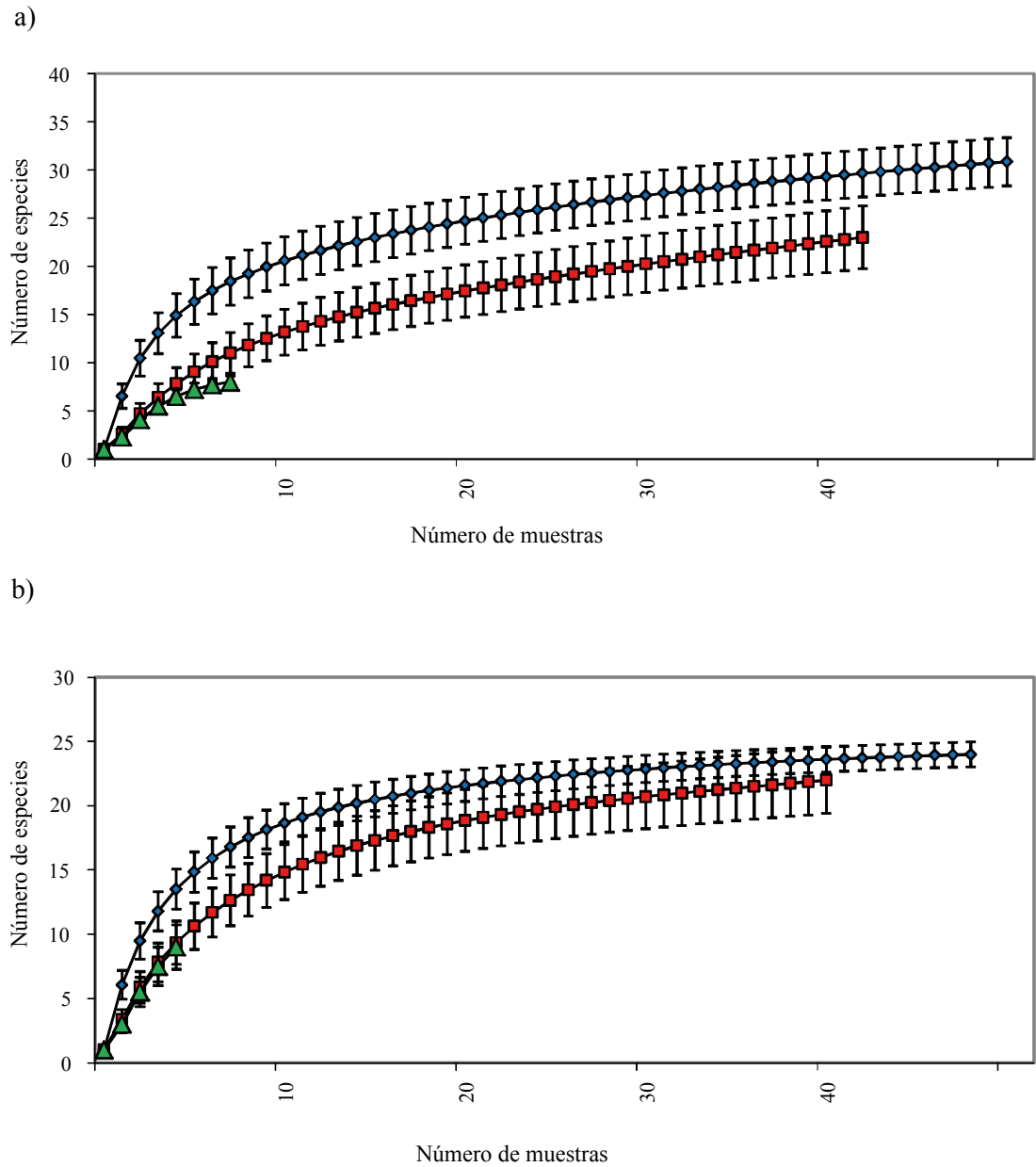


Figura 2.5. Curvas de rarefacción de los dipteros caliptrados sarcosaprófagos basada en muestras de los tres métodos de muestreo. a) Parque Nacional Lanín b) Parque Nacional Lago Puelo. Azul: trampa cebada, rojo: captura activa y verde: trampa Malaise.

El diagrama de ranking de abundancia demuestra que el patrón de abundancia de las especies fue marcadamente diferente entre los métodos de muestreo, pero además sugiere

cierta complementariedad entre estos (Fig. 2.6). Las trampas cebadas han registrado un alto número de especies en comparación con los otros dos métodos. Sin embargo, ciertas especies que no han sido registradas o, simplemente, representadas por unos pocos ejemplares en trampas cebadas, poseen un rango relativamente más alto para los demás métodos de recolección (Fig. 2.6).

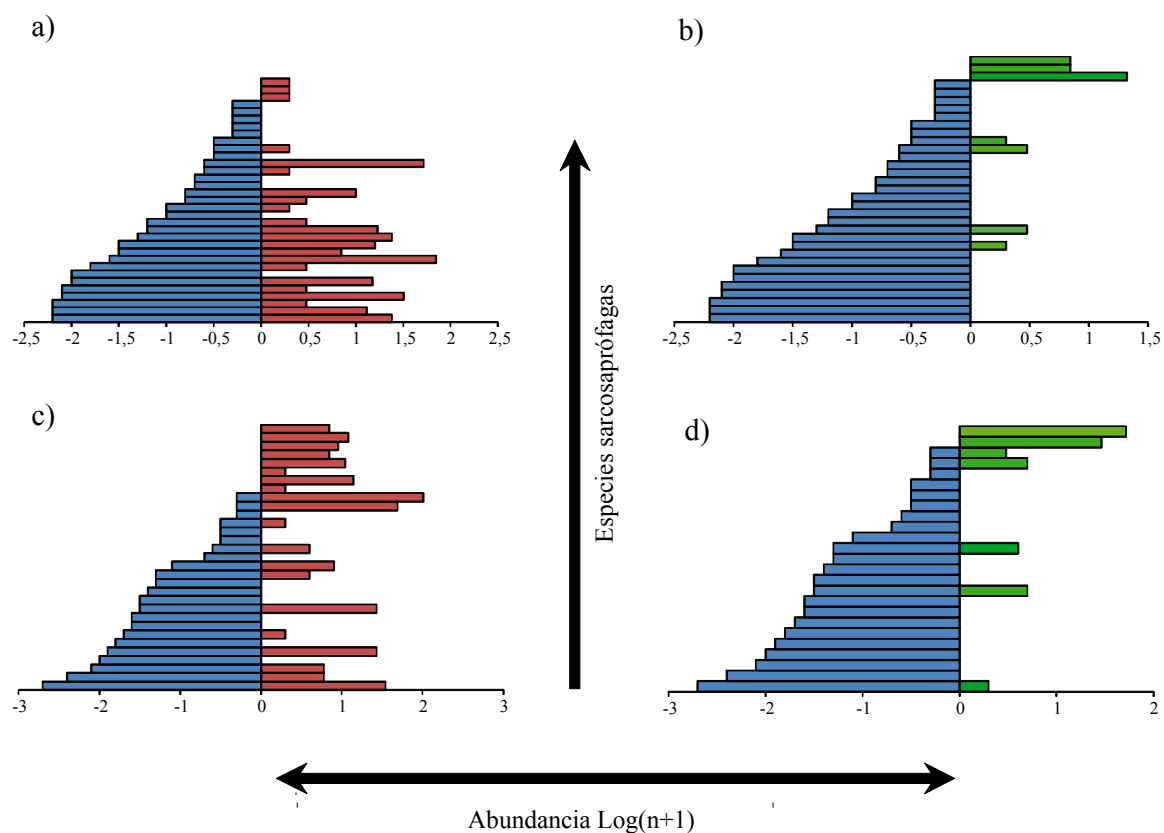


Figura 2.6. Ranking de especies comparativo entre técnicas de muestreo. a y b) Parque Nacional Lanín c y d) Parque Nacional Lago Puelo. En la izquierda de cada figura se observa la abundancia relativa de dípteros sarcosaprófagos capturados por trampa cebada (azul) ordenados de mayor a menor abundancia. En el lado derecho, se observa la abundancia relativa de las mismas especies de dípteros sarcosaprófagos colectados con captura activa (rojo) (a y c) y en trampa Malaise (verde) (b y d).

2.11. Tasa de captura.

La tasa de captura de los dipteros caliptrados obtenidas por unidad de tiempo no presentó diferencias significativas entre los métodos de captura (Friedman ANOVA $\chi^2 = 4,33$; $N = 6$; $df = 2$; $P > 0,05$) (Fig. 2.7 a). Sin embargo, cuando se evaluó exclusivamente la tasa de captura de especímenes sarcosaprófagos, los resultados demostraron diferencias significativas entre métodos (Friedman ANOVA $\chi^2 = 12,00$; $N = 6$; $df = 2$; $P < 0,05$) (Fig. 2.8 b). En este último caso, trampas cebadas mostraron la tasa de captura más alta.

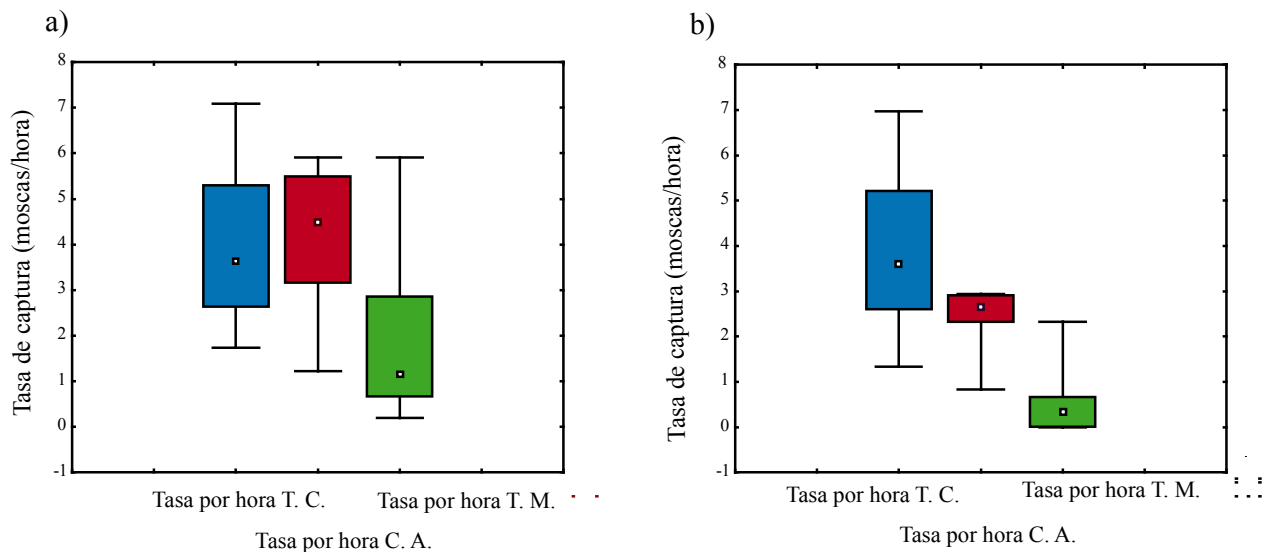


Figura 2.7. Tasa de captura obtenida con los tres métodos de muestreo. a) Caliptrados b) Dipteros caliptrados sarcosaprófagos. Trampa cebada (T. C.), captura activa (C. A.) y trampa Malaise (T.M.).

2.12. Discusión

Diversas técnicas de captura son utilizadas con frecuencia para evaluar la biodiversidad o monitorear un determinado grupo de insectos. En este trabajo se compara la eficiencia de tres métodos de colecta aplicables a dipteros: trampa cebada, captura activa con red entomológica y trampa Malaise. Se comparó la composición de las muestras con el

fin de describir la adecuación de cada técnica, para estimar la diversidad de dípteros sarcosaprófagos de los bosques templados del sur de Sudamérica. En este capítulo se halló que existen claras diferencias en la composición de los gremios entre las técnicas de captura.

El funcionamiento de estas tres técnicas de muestreo implica mecanismos de captura bien diferenciados, los cuales están expuestos a diferentes factores que afectan su eficiencia, o implican determinados sesgos de captura. La trampa cebada es un dispositivo que funciona como punto de agregación y concentra las moscas dentro de un dispositivo colector debido a la influencia de un atrayente eficaz (Muirhead-Thompson 1968). Para trampas cebadas, el factor que más influye es la selección del cebo, siendo habitual para la captura de moscas la utilización de frutas putrefactas, heces o tejidos animales en descomposición (D'Almeida 1986, 1989, 1993, 1994). La eficiencia de la trampa cebada también puede estar influenciada por la edad o grado de desecación de los cebos utilizados. Los dípteros sarcosaprófagos son mayormente atraídos por cebos de origen animal, y la selección de un cebo uniforme y fácil de replicar resultaba crucial para este estudio. Trabajos comparativos entre diferentes cebos han demostrado que los especímenes de la familia Sarcophagidae son mayormente capturados por cebos compuestos por heces (D'Almeida 1986, 1994, Mendes & Linhares 2002, Mulieri et al. 2011, 2015b). En contraste, las especies de Calliphoridae usualmente muestran preferencia por cebos de carroña (Linhares 1981; Baumgartner & Greenberg 1984, Mulieri et al. 2006), por lo que son consideradas como necrófagas. Ambos grupos han sido obtenidos en buen número con las trampas cebadas con putracina. Sin embargo, para verificar si dicho cebo ofrece condiciones intermedias entre las heces y la carroña, deberían realizarse pruebas comparativas directas entre estos tres tipos de sustrato.

En relación al método de captura activa, éste depende fundamentalmente de las características y habilidades del colector. Este procedimiento no se replica fácilmente, y puede implicar altos costos de esfuerzo a las personas dedicadas a desarrollar las capturas. La eficiencia puede variar profundamente de acuerdo a las características de la persona involucrada, (su condición física, su habilidad para la captura, la experiencia adquirida, o especial interés en determinados taxones). Otro factor importante lo constituyen las

características del terreno en exploración, el cual influye en la facilidad de circulación y realización de las capturas. Además, las características de los dipteros, como ser el tamaño o el comportamiento, pueden afectar su obtención por medio de este método. La alta movilidad de las moscas hacen que la recolección sea más dificultosa si la persona tiene poca experiencia, mientras que la visualización y captura pueden ser favorecidas en el caso de especies que utilizan como sitios de descanso rocas y ramas expuestas, o bien, que llevan a cabo exhibiciones territoriales. Por el contrario, algunos dipteros con tamaño pequeño y comportamiento poco notorio pueden ser submuestreados por este método.

Estas características intrínsecas de los métodos de captura contribuyen a crear diferencias en la información sobre los patrones de abundancia y distribución espacial de las especies estudiadas. De hecho, debido a su capacidad específica de captura, las trampas cebadas pueden ser más efectivas tanto para estimar la composición taxonómica de los ensambles de dipteros sarcosaprófagos, como abundancia de especies (Mulieri et al. 2015b). En contraste, la captura activa puede ser una potencial herramienta para realizar estudios analizando el tipo de hábitat y lugares de descanso de las diferentes especies, ya que no implica la concentración de especímenes alrededor del área donde actúa un cebo, y no se afecta el comportamiento de la especie producido por la acción de un atractante.

Finalmente la funcionalidad de la trampa Malaise es altamente dependiente de su localización. Por lo general se considera que el lugar más adecuado para la recolección es ubicando la trampa perpendicular al borde de los bosques (Brown et al. 2009). Por ejemplo, una alta proporción de detritívoros fue capturada con este método a lo largo del estudio, muchas de las cuales son pequeños mscidos de la subfamilia Coenosiniinae, que han sido submuestreados por medio de la captura activa.

Existen pocos estudios donde se evalúan múltiples técnicas de muestreo en relación a la composición de Dipteros y particularmente de Calyptratae (ver Kitching et al. 2005). Este es el primer estudio que describe la importancia relativa de los diferentes gremios que integran este infraorden en los bosques templados australes del sur de Argentina y Chile. En Sudamerica, se han realizado diferentes estudios enfocados en la composición de caliptrados obtenida con diferentes cebos (ver D Almeida 1986, 1989, 1993; Mulieri et al.

2006). En términos generales, la biodiversidad de dípteros caliptrados documentada mediante la utilización de trampas Malaise y capturas activas ha sido poco explorada (Brown 2005). En el caso particular de los bosques australes templados de América del Sur, los pocos trabajos previos se han centrado en muestreos de Calliphoridae exclusivamente capturados mediante la utilización de cebos (Mariluis & Schnack 1996, Mariluis et al. 1999).

Teniendo en cuenta la falta de una clasificación unificada para gremios ecológicos (González-Salazar et al. 2014), se revisó la información disponible de los ciclos de vida y los rasgos biológicos de los caliptrados Neotropicales con el fin de proporcionar un esquema de clasificación de gremios para Calypttratae del bosque templado del sur de América del Sur. Específicamente, estos resultados proporcionan un inventario de referencia de las especies sarcosaprófagas que habitan en los Bosques templados de Sudamérica, con potencial impacto médico o forense. Varias de estas especies todavía carecen de observaciones directas sobre sus sustratos de cría (por ejemplo solo un 1/3 de las especies reconocidas como necrófagas tienen registro directo sobre el sustrato explorado). Sin embargo, los resultados obtenidos pueden ofrecer una valiosa información sobre los potenciales patrones de uso de los recursos de estos taxones, y permitirán la formulación de hipótesis sobre sus características biológicas específicas. En tales casos, la asignación en el gremio de sarcosaprófagos, extrapolada a partir de los taxones más cercanos, debe ser probada en cada caso mediante observaciones directas para la especie.

Diferentes estudios utilizaron como único criterio para definir los gremios los recursos que explotan las especies, independientemente de la forma en que explotan dicho recurso (ej., Cagnolo et al. 2002, Feeley 2003, Aragón et al. 2009). Un problema con el uso de criterios tan amplios es que las especies se solapan en el tipo de recursos utilizados. A diferencia de otros órdenes como Lepidoptera o Hymenoptera, que tienen estrategias de vida más uniforme, los dípteros exhiben una amplia gama de biologías, y por tanto es un grupo adecuado para la clasificación y estudio de diferentes gremios (Kitching et al. 2005). Sin embargo, la clasificación de gremios basada exclusivamente en ejemplares adultos es problemática, debido a que, a lo largo de su vida, las especies puede recurrir a diferentes recursos. De hecho muchas especies son generalistas y por lo tanto pueden pertenecer a

más de un gremio. En las familias Sarcophagidae, Muscidae y Calliphoridae, muchas especies buscan azúcar y proteína en su estado adulto, ya sea para requerimiento trófico o reproductivo (Roberts & Kitching 1974). En este caso, la proteína constituye un recurso limitante, mientras que el azúcar es un recurso altamente disponible. Por ende, la clasificación como sarcosaprófagos es, en estos casos, relacionada con la importancia que tiene el recurso para completar la reproducción.

Estas dificultades no hacen de la clasificación de gremios de Diptera algo restringido a los estados inmaduros. En efecto, la clasificación de gremios utilizando larvas involucra otros tipos de impedimentos, aparte de los intrínsecamente taxonómicos, dados por la dificultad de identificación que implican. Por ejemplo, la designación de las larvas como sarcosaprófagos conlleva el problema de la dificultad para diferenciar verdaderas especies saprófagas de las que se alimentan de microorganismos asociados a los desechos, o las que son depredadoras de otras larvas que colonizan los sustratos de materia orgánica (Kitching et al. 2005, Mulieri et al. 2015b).

Cuando los especímenes son asignados a los gremios, una dificultad importante reside en las familias biológicamente complejas y poco estudiadas. En este estudio, los especímenes de la familia Anthomyiidae fueron clasificados como sarcosaprófagos en su conjunto, a pesar de la coexistencia de otras estrategias de vida en ciertas especies (ej. especies cleptoparásitas) (Brown et al. 2009). Por lo tanto, es probable que al menos una fracción dada de Anthomyiidae en el área de estudio pertenezca a otros gremios que no sean sarcosaprófagos. Sin embargo, cierto grado de error en las asignaciones de gremio no invalidan llevar a cabo un análisis estadístico robusto cuando se trata de familias o géneros no dominantes (ver Kitching et al. 2005).

Con el fin de adquirir información fiable y complementaria de las comunidades, es necesario realizar una combinación de técnicas de muestreo (Martikainen & Kouki 2003, Ozanne 2005). En este estudio, las capturas de aquellas especies que explotan parches efímeros de proteína animal se analizaron específicamente, y esto incluye gran variedad de especies, coprófagos, necrófagos y generalistas. Ambas técnicas, trampas cebadas y captura activas han sido los métodos más eficientes, en cuyas muestras se han registrado mayores

riquezas que las de trampas Malaise. Sin embargo, las trampas cebadas muestrearon la más alta riqueza de especies, pero registraron baja equitatividad (es decir, la captura de sólo unas pocas especies con alta abundancia). Por otro lado, las capturas activas proporcionaron muestras con mayor uniformidad, incluyendo algunas especies que no habían sido incluidos en la muestra a través de trampas cebadas. A partir de este análisis, se puede concluir que las trampas cebadas y captura activa son métodos complementarios de muestreo para la captura de Calyptratae, y específicamente para sarcosaprófagos. Desde el punto de vista de la biodiversidad, la combinación de ambas metodologías permite un inventario más completo de moscas sarcosaprófagos de los bosques templados de América del Sur. Las trampas cebadas con putrascina fueron un método muy eficiente para el muestreo de Calyptratae sarcosaprófagos, debido a su alta tasa, especificidad, diversidad y abundancia de capturas registrada y por ser factible de replicar como unidad de muestra. Por lo tanto, se puede concluir que este método es adecuado, cuando el objetivo que se persigue es analizar ecológicamente las especies sarcosaprófagos con potencial impacto médico. En cambio, para los propósitos de inventarios de biodiversidad, es más recomendable una combinación de las tres técnicas, fundamentalmente en el caso de las familias biológicamente complejas (por ejemplo, Anthomyiidae, Muscidae y Sarcophagidae), y especialmente cuando el inventario se enmarca desde una perspectiva taxonómica.

CAPÍTULO 3: Composición y estructura de los ensambles de dipteros caliptrados sarcosaprófagos

3.1. Introducción

El crecimiento continuo en la actividad humana ha dado lugar a una drástica reducción de las áreas naturales boscosas, resultando en la transformación de hábitats continuos en fragmentos de diferentes tamaños, localizados dentro de una matriz no forestal y sujeto a diferentes grados de aislamiento y perturbación. Muchas poblaciones y especies están desapareciendo debido a esta perturbación ejercida por el hombre. El propósito esencial de los parques nacionales y reservas es la protección de la biodiversidad ante este tipo de riesgos (Corlett 2000, Tabarelli et al. 2004).

El Parque Nacional Lanín y el Parque Nacional Lago Puelo se ubican en el área ocupada por los bosques templados Andino Patagónicos de América del Sur, los cuales son conocidos por tener una biota con un excepcional grado de endemismo (Armesto et al. 1996, Jerez 2005). Consecuentemente, esta región fue clasificada como uno de los 25 hotspots de biodiversidad globales por Myers et al. (2000) y Conservación Internacional (2008).

Los Dipteros constituyen una parte importante de la biodiversidad, siendo uno de los grupos organismos más diversos de la Tierra, debido a no solo a su abundancia sino a que presentan una gran variedad de formas de vida. Calytratae con el 12 % de la diversidad de dipteros superiores, constituye una fracción muy importante de la biodiversidad de insectos (Kutty et al. 2010).

La diversidad biológica presenta un gran interés actualmente, por lo que la búsqueda de patrones que la describan se ha convertido en una prioridad en muchos estudios ecológicos (Pontin 1982). El principal foco de atención de los ecólogos de comunidades

reside en conocer como los ensambles biológicos son conformados e influidos por interacciones entre las especies y por agentes físico-ambientales (Begon et al. 1990).

Los estudios de biodiversidad y el estado de conservación de las especies de las áreas naturales protegidas son fundamentalmente importantes al momento de definir y aplicar políticas adecuadas de conservación y manejo. El objetivo de este capítulo es conocer la composición específica de los dipteros caliptrados sarcosaprófagos, del Parque Nacional Lanín y del Parque Nacional Lago Puelo. Además, se analizó la diversidad y la estructura de las comunidades de dipteros caliptrados sarcosaprófagos en cada parque nacional. También se describen las relaciones entre composición faunística y las variables ambientales.

3.2. Materiales y Métodos

3.3. Área de estudio.

El área de estudio se ubicó en el Parque Nacional Lanín (PNL) y Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

PNL: Si bien los sitios muestreados en el PNL se encuentran inmersos en la matriz de bosque templado austral existen dos conjuntos de datos que se corresponden con el sector norte y sur de dicho parque, conteniendo ambientes diferenciados. Durante la primera campaña (2011) se realizaron las muestras de los sitios ubicados en el sur del parque, correspondientes al distritito del Lago Lacar los cuales fueron: Hua Hum (HH) (40°07,099; 71°39,725), Mirador Bandurrias (MB) (40°09,854; 71°22,249), Seccional Bandurrias (SB) (40°08,764; 71°20,795) y Laguna Pudú Pudú (LPP) (40°21,727; 71°28,489) (Fig. 1. 2). Las formaciones boscosas del distrito del Lago Lácar son más densas respecto a la zona norte del parque y van en aumento de este a oeste, predominando en la zona este, el ciprés (*Austrocedrus chilensis*) en masas más o menos puras (Fig. 3. 1). Sobre la zona del Nonthué predomina el coihue *Nothofagus dombeyi* y en la Península de

Pucará el roble pellín (*Nothofagus obliqua*). Las márgenes del Lago Queñi abunda el coihue, también el ciprés y pitras guayo *Myrceugenia exsucca*, tepú (*Tepualia stipularis*), canelo (*Drimys winteri*), siete camisas (*Escallonia rubra*). También se encuentra el lenga (*Nothofagus pumilio*) y cañas colihues (*Chusquea culeou*) que alcanzan más de 6 m. de altura.

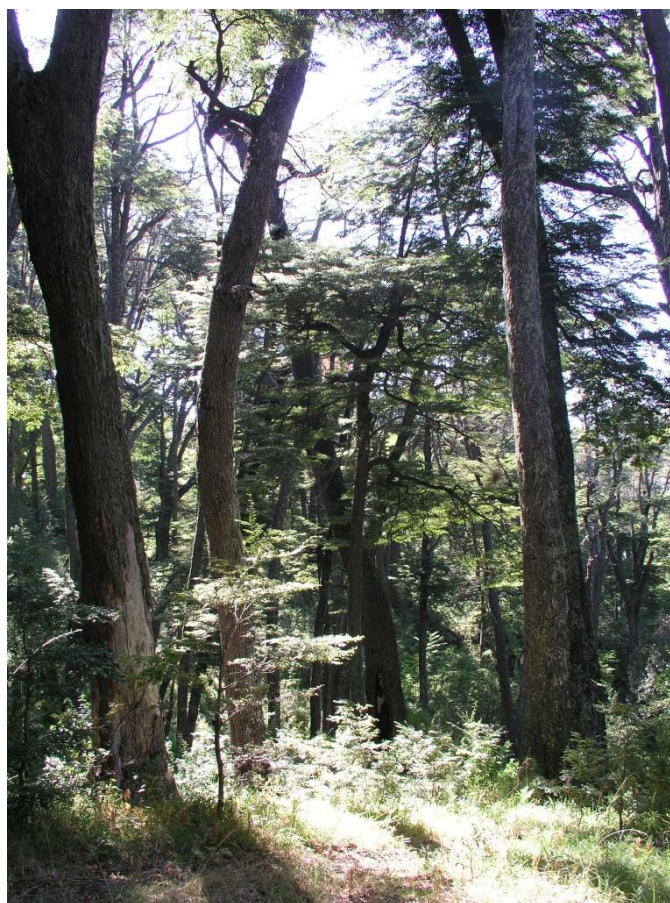


Figura 3.1. Bosque perteneciente al sitio Seccional Bandurrias, ubicado en el sector sur del Parque Nacional Lago Puelo.

En la segunda campaña (2013) se tomaron muestras de los sitios ubicados en la región norte del parque los cuales fueron: Ñorquinco (ÑO) (39°09,073; 71°15,475), Ruca Choroí (RC) (39°13'53,54"; 71°10'36,72") y Quillen (QUI) (39°21'40,71"; 71°13'13,76") (Fig 1. 2). Esta región se caracteriza por la presencia de bosques muy abiertos con buena

regeneración y con escasas especies en el sotobosque. Dichos bosques están constituidos por bosques puros de Pehuenes (*Araucaria araucana*) (Fig. 3.2); también pueden encontrarse entremezclados con otras especies formando bosques mixtos, como por ejemplo con la lenga (*N. pumilio*), roble pellín pellín (*Nothofagus obliqua*) o en terrenos más bajos con el ñire (*N. antarctica*).



Figura 3.2. Bosque de *Araucaria* perteneciente al sitio de muestreo Ruca Choroi, ubicado en el sector norte del Parque Nacional Lago Puelo.

PNLP: los muestreos se realizaron en dos años consecutivos (2011 y 2012) ambos en el mes de enero. Los sitios que fueron muestreados durante el primer muestreo fueron: Pitranto Grande (PG) ($42^{\circ} 05,717'$; $71^{\circ} 36,789'$), Río Turbio (RT) ($42^{\circ} 13,748'$; $71^{\circ} 40,314'$), Los Hitos (LH) ($42^{\circ} 06,188'$; $71^{\circ} 43,503'$) y Río Azul (RA) ($42^{\circ} 05,790'$; 71°

37,494'). Los sitios que se muestrearon en el segundo año fueron: Gendarmería GE (42°05,894; 71°40,902), La Playita (LP) (42°05,825; 71°36,442), Gendarmería 2 (GE2) (42°05,954; 71°40,999) y Río Azul 2 (RA2) (42°05,631; 71°37,483). El PNLP se encuentra en el distrito valdiviano, que es el más rico en especies de la provincia subantártica, la especie dominante es el Coihue *Nothofagus dombeyi*. Además presenta un sotobosque de Cañas Colihue (*Chusque aculeou*), arbustos de Michay (*Berberis darwinii*), y Calafate (*Berberis sp.*), Espino Negro (*Colletia spinossisima*) y Chauras (*Pernettya mucronata*), y en el suelo suelen encontrarse el Vinagrillo, Violetas (*Viola maculata*), con sus características flores amarillas, y las Topo- Topas (*Calceolaria sp.*) (Fig. 3. 3.).



Figura 3.3. Bosques de ciprés y alerces en el sitio denominado Los Hitos, perteneciente al Parque Naciona Lago Puelo.

La disposición espacial resultante de los sitios de muestreo incluidos en los análisis define tres sectores de bosque cuyas comunidades se analizan a continuación (2 sectores del PNL y el PNLP). Con esta información se verificará si alternativamente existen diferencias a nivel de parque o por sector en relación a la fauna de díperos que contienen.

3.4. Método de colecta

Para este análisis solo se consideraron las trampas cebadas con putrascina. Estas fueron ubicadas en distintos puntos de ambos parques, se colocaron entre 6 y 9 en cada sitio. Las cuales fueron dispuestas en lugares con diferentes grados de cobertura arbórea, antropización y en algunos casos en bordes de río. Estas fueron depositadas a las 10:00 horas y luego fueron extraídas a las 16:00 horas, aproximadamente. En cada sitio se midieron las siguientes variables: cobertura arbórea, intensidad lumínica, latitud, longitud, presencia de viviendas cercanas y animales domésticos.

La forma en que se tomaron las mediciones de estas variables, cobertura arbórea e intensidad lumínica se detallan en el capítulo 4, y las variables viviendas cercanas y animales domésticos, en el capítulo 5.

3.5. Análisis de los datos

3.6. Diversidad de dípteros caliptrados sarcosaprófagos

Se calculó la diversidad α a partir del índice de diversidad de Shannon, y se realizó un remuestreo (bootstrap) que permite conocer si sus valores son estadísticamente diferentes. Los resultados de estos análisis fueron realizados mediante la utilización del programa estadístico infostat (Di Rienzo et al. 2013). El índice de biodiversidad de Shannon (Shannon & Weaver 1949) se basa en suponer que la heterogeneidad depende del número de especies presentes y de su abundancia relativa (Pla 2006) Es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Se calcula como:

$$H = - \sum_{i=1}^r P_i \ln P_i$$

Donde, P_i es n_i/N , n_i es número de individuos de cada especie i y N es el número total de individuos capturados en cada parque nacional.

3.7. Estructura de las comunidades

Con el fin de poder fácilmente visualizar la distribución de las abundancias de las especies de dípteros calíptros sarcosaprófagos y comparar los aspectos biológicos de la diversidad de especies (equidad) de cada Parque Nacional, se realizaron curvas de importancia de especies (*rankings*). En el eje de la abscisa se ubicaron las especies registradas, ordenadas de las más a menos abundantes, y en la ordenada se ubicaron sus abundancias respectivas. Estas abundancias se representaron con valores $\log P_i$, donde $P_i = n_i/N$, n_i es número de individuos de cada especie i y N es el número total de individuos capturados en cada parque nacional.

Se realizaron curvas de rarefacción basadas en las muestras, para poder comparar la riqueza de especies de dípteros sarcosaprófagos obtenidas en cada Parque Nacional. La curva de rarefacción permite estandarizar diferentes muestras de distinto tamaño para compararlas entre sí, mediante el remuestreo repetido y aleatorio de un conjunto de N muestras colectados (Gotelli & Colwell 2001). El aumento de las muestras genera un aumento en el número de especies y por lo tanto aumenta la probabilidad de capturar especies que no han sido registradas. Las curvas de rarefacción con intervalos de confianza del 95% se realizaron mediante el software PAST (Hammer et al. 2001).

3.8. Relación entre la composición faunística y las variables ambientales

La relación entre la composición faunística y las variables ambientales fue explorada realizando un análisis de correspondencia canónica (ACC). En este análisis las combinaciones lineales de las variables ambientales, son obtenidas para conocer la distribución espacial de las especies en el espacio multivariado. Las variables seleccionadas

fueron: cobertura, intensidad lumínica (ver capítulo 4), latitud, longitud, presencia de viviendas cercanas (variable binaria) y presencia de animales domésticos (variable binaria) (ver capítulo 5).

Para realizar este análisis, previamente se realizó una matriz en donde en las primeras columnas se dispusieron las variables ambientales y posteriormente las especies, con sus respectivas abundancias. La matriz contuvo 23 especies, pertenecientes a las familias Anthomyiidae, Calliphoridae, Fanniidae, Muscidae y Sarcophagidae, las cuáles fueron seleccionadas de acuerdo a encontrarse presentes en al menos 5% de las unidades de muestreo. Estos límites son arbitrarios y puede que no corresponda a las especies verdaderamente raras, sino más bien a las especies que raras veces sean recogidas en este estudio en particular. Esto se ha tenido en cuenta puesto que las especies de ocurrencia aleatoria no frecuente pueden producir resultados falsos y gravemente sesgados (Aragón & Morales 2003).

3.9. Diferenciación de las comunidades en los diferentes sectores muestreados

Las relaciones de similitud entre los sitios, se muestran mediante escalamiento multidimensional amétrico, *Non-metric Multidimensional Scaling* (NMDS). Es un método estadístico exploratorio de reducción de datos; esta técnica utiliza un algoritmo iterativo que toma los datos multidimensionales de una matriz de similitudes y la presenta sobre un espacio, típicamente de dos dimensiones. Dado que el NMDS es un algoritmo iterativo, para evaluar la bondad de ajuste de las estimaciones se utiliza una medida denominada estrés. Un valor de estrés cercano a 0,1 indica que el gráfico corresponde a una ordenación de las unidades que resulta ideal, conteniendo toda la información original en la matriz de datos relacionada con similitudes entre las unidades. Se utilizó el Índice de distancia Bray- Curtis, el cual es una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente (Brower & Zar 1984). La finalidad de este análisis es ilustrar los patrones en la distribución espacial de los sitios en cuanto a la estructura de los ensamblajes de dípteros caliptrados sarcosaprófagos.

Para analizar las diferencias en la composición y abundancia de especies entre las comunidades de dípteros calíptros sarcosaprófagos de cada sector de bosque que fue muestreado, se usó el procedimiento ANOSIM (Análisis de Similitudes) se utilizó como índice de distancia, el índice Bray-Curtis y 10.000 permutaciones. El análisis ANOSIM compara los intervalos de distancia entre los grupos (en este caso, abundancia en las comunidades del PNL y PNLP) con los intervalos dentro de los grupos (abundancia por especie de dípteros calíptros sarcosaprófagos de cada comunidad). Las medias de estos dos tipos de rangos son comparadas y el resultado se representa mediante el estadístico R (Clarke, 1993). Valores positivos y altos (hasta 1) de R, indican baja similitud entre los grupos; mientras que valores bajos (hasta 0) indican alta similitud entre grupos. El nivel de significación se calcula mediante permutaciones de los sitios entre los grupos.

La contribución de las especies/taxa a la diferenciación o similitud entre grupos se analizó con el módulo SIMPER (“similarity percentage”). El análisis de ACC, ANOSIM, NMDS y SIMPER fueron realizados mediante la utilización de programa estadístico PAST (Hammer et al. 2001).

3.10. Resultados

Se capturaron 2.563 dípteros calíptros sarcosaprófagos en ambos Parques Nacionales. En PNL se capturó 1200 dípteros pertenecientes a 30 especies diferentes de dípteros, mientras que en el PNLP se capturaron 1.393 dípteros que corresponden a 23 especies de dípteros calíptros sarcosaprófagos.

Las familias Sarcophagidae y Calliphoridae fueron las más abundantes, constituyendo el 29,5% y el 28,3% respectivamente del total de individuos capturados. Luego le siguieron las familias Fanniidae (22,2%), Muscidae (11,6%) y Anthomyiidae (8,4%).

Tabla. 3.1. Especies de dípteros calíptros sarcosaprófagos capturados y su abundancia relativa en el Parque Nacional Lanín (PNL) y Parque Nacional Lago Puelo (PNLP). *Primer registro para la provincia. **Primer registro para la Patagonia. *Primer registro para la Argentina.

| Familia | Especie | PNL | PNLP | Total |
|---------------|--|------|------|-------|
| Anthomyiidae | <i>Anthomyia</i> sp. | 166 | 30 | 196 |
| Anthomyiidae | <i>Calythea</i> sp. | 3 | 0 | 3 |
| Anthomyiidae | <i>Delia</i> sp. | 16 | 0 | 16 |
| Calliphoridae | <i>Calliphora vicina</i> Robineau-Desvoidy, 1830 | 28 | 103 | 131 |
| Calliphoridae | <i>Comptosomyiops fulvicrura</i> (Robineau-Desvoidy, 1830) | 58 | 55 | 113 |
| Calliphoridae | <i>Lucilia sericata</i> (Meigen, 1826) | 4* | 36 | 40 |
| Calliphoridae | <i>Sarconesia chlorogaster</i> (Wiedemann, 1830) | 20* | 1 | 21 |
| Calliphoridae | <i>Sarconesiopsis magellanica</i> (Le Guillou, 1842) | 169 | 251 | 420 |
| Fanniidae | <i>Fannia anthracina</i> (Walker, 1836) | 159* | 36* | 195 |
| Fanniidae | <i>Fannia albitarsis</i> Stein, 1911 | 4* | 0 | 4 |
| Fanniidae | <i>Fannia punctiventris</i> Malloch, 1934 | 28* | 24* | 52 |
| Fanniidae | <i>Fannia schnusei</i> Stein, 1911 | 100 | 125* | 225 |
| Fanniidae | <i>Fannia</i> sp. | 90 | 4 | 94 |
| Muscidae | <i>Arthurella nudiseta</i> Albuquerque, 1954 | 2* | 0 | 2 |
| Muscidae | <i>Hydrotaea acuta</i> Stein, 1898 | 121* | 85* | 206 |
| Muscidae | <i>Hydrotaea cyaneiventris</i> Macquart, 1851 | 6* | 0 | 6 |
| Muscidae | <i>Muscina stabulans</i> (Fallén, 1817) | 2 | 2 | 4 |
| Muscidae | <i>Myospila cyanea</i> (Macquart, 1843) | 6* | 28* | 34 |
| Muscidae | <i>Ophyra</i> sp. | 2 | 12 | 14 |
| Muscidae | <i>Palpibracus</i> spp. | 9 | 1 | 10 |
| Muscidae | <i>Psilochaeta apicalis</i> (Malloch, 1934) | 1* | 0 | 1 |
| Muscidae | <i>Psilochaeta chalybea</i> (Wiedemann, 1830) | 0 | 21 | 21 |
| Sarcophagidae | <i>Microcerella chilensis</i> (Hall, 1937) | 15 | 14 | 29 |
| Sarcophagidae | <i>Microcerella coniceti</i> Mariluis, 2006 | 1* | 0 | 1 |
| Sarcophagidae | <i>Microcerella edwardsi</i> (Hall, 1937) | 0 | 2 | 2 |
| Sarcophagidae | <i>Microcerella spinosa</i> (Hall, 1937) | 1 | 0 | 1 |

| | | | | |
|---------------|---|------|-----|-----|
| Sarcophagidae | <i>Microcerella mallochi</i> (Hall, 1937) | 3* | 0 | 3 |
| Sarcophagidae | <i>Microcerella</i> sp. | 0 | 2 | 2 |
| Sarcophagidae | <i>Microcerella spinigena</i> (Rondani, 1863) | 36 | 59 | 95 |
| Sarcophagidae | <i>Oxysarcodexia varia</i> (Walker, 1836) | 128* | 480 | 608 |
| Sarcophagidae | <i>Oxysarcodexia bikini</i> Dodge, 1966 | 1* | 5* | 2 |
| Sarcophagidae | <i>Ravinia aureopyga</i> (Hall, 1928) | 8* | 3* | 11 |
| Sarcophagidae | <i>Sarcophaga argyrostoma</i> (Robineau-Desvoidy, 1830) | 1** | 0 | 1 |

Las familias Sarcophagidae y Muscidae presentaron mayor riqueza de especies, luego le siguieron las familias Calliphoridae y Fanniidae. La familia Anthomyiidae solo se determinó hasta género.

En el PNLP el número de especímenes capturados para las familias Sarcophagidae y Calliphoridae fue mayor. Mientras que la abundancia de familias Fanniidae y Anthomyiidae fue considerablemente menor respecto al PNL (Tabla. 3. 2).

Tabla 3.2. Abundancia, porcentaje y riqueza de dípteros caliptrados sarcosaprófagos del Parque Nacional Lanín y Parque Nacional Lago Puelo.

| Famillia | Parque Nacional Lanín | | | Parque Nacional Lago Puelo | | |
|---------------|-----------------------|------|---------|----------------------------|------|---------|
| | Abundancia | % | Riqueza | Abundancia | % | Riqueza |
| Anthomyiidae | 185 | 15,6 | 3 | 30 | 2,2 | 1 |
| Calliphoridae | 279 | 23,5 | 5 | 446 | 32,4 | 5 |
| Fanniidae | 381 | 32,1 | 5 | 189 | 13,7 | 4 |
| Muscidae | 149 | 12,5 | 8 | 149 | 10,8 | 6 |
| Sarcophagidae | 194 | 16,3 | 9 | 561 | 40,8 | 7 |

Aunque la abundancia de dípteros caliptrados capturados en el PNLP fue mayor para las familias Sarcophagidae, la riqueza de especies fue mayor en el PNL (Tabla. 3. 2).

3.11. Diversidad y estructura de las comunidades caliptrados sarcosaprófagos del PNL y del PNLP

El índice de Shannon indicó que la diversidad de especies fue significativamente mayor en el PNL con $H= 2,64$, con respecto al PNLP con un $H= 2,18$ (Fig. 3. 4). A partir de las curvas de importancia de especies (Fig. 3. 5) se observa que el ensamble de dipteros caliptrados sarcosaprófagos en el PNL presentó mayor riqueza de especies (reflejada por la cantidad de puntos a lo largo del eje x); además, presentó mayor equitatividad en la distribución de las abundancias de las especies, observable a través de la mayor pendiente obtenida en el PNLP.

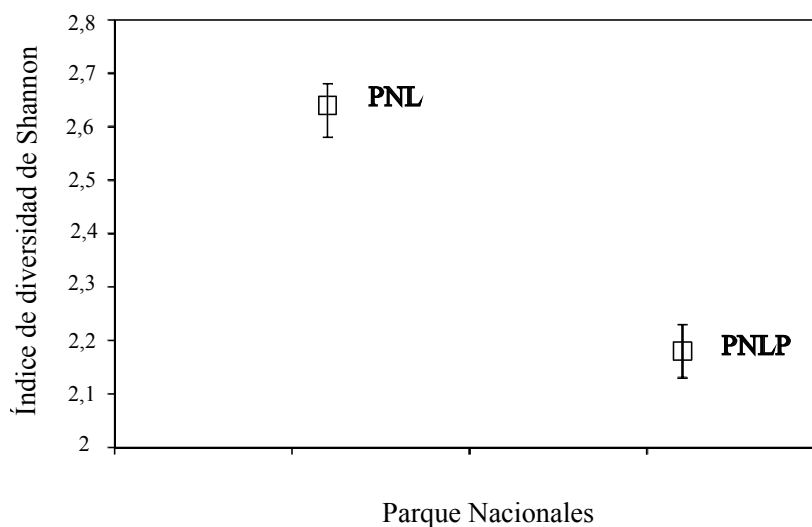


Figura 3.4. Índice de Shannon del Parque Nacional Lanín (PNL) y Parque Nacional Lago Puelo con sus intervalos de confianza.

Las especies dominantes en el PNL fueron *Sarconesiopsis magellanica* (13,9%), *Anthomyia sp.* (13,4%), *Fannia anthracina* (13,3%) y *Oxysarcodexia varia* (11,3%). Respecto al PNLP, fueron *O. varia* con una marcada dominancia (constituyendo el 33% de la especies capturadas) y le siguieron *S. magellanica* (17,2%), *Fannia schnusei* (7,2%) y *Calliphora vicina* (7,1%) (Fig. 5).

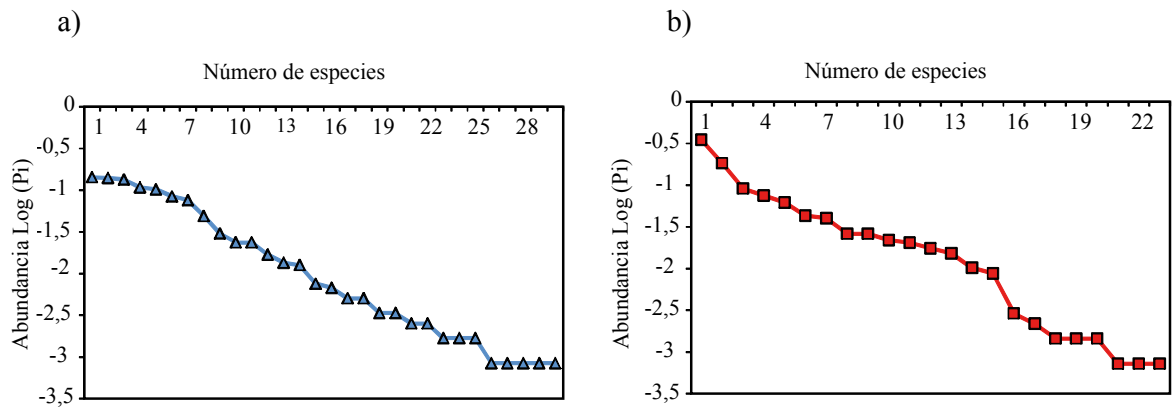


Figura 3.5. Curvas de importancia de dípteros caliptrados sarcosaprófagos. a) Parque Nacional Lanín y b) Parque Nacional Lago Puelo.

Por medio de la estandarización con el método de curvas de rarefacción basadas en muestras, se determinó que la diferencia de riqueza de especies entre ambos parques es significativa. Al comparar la riqueza de especies entre los parques mediante las curvas de Rarefacción (Fig. 3.6.), se observa que para 20 muestras, el PNL presenta una mayor riqueza de especies que el PNLP. También se observa que la curva del PNLP llegó a la asíntota, lo que indicaría ser una muestra representativa de dicho parque, mientras que para el PNL se necesitaría un mayor esfuerzo de muestreo para acceder a un nivel de representación similar.

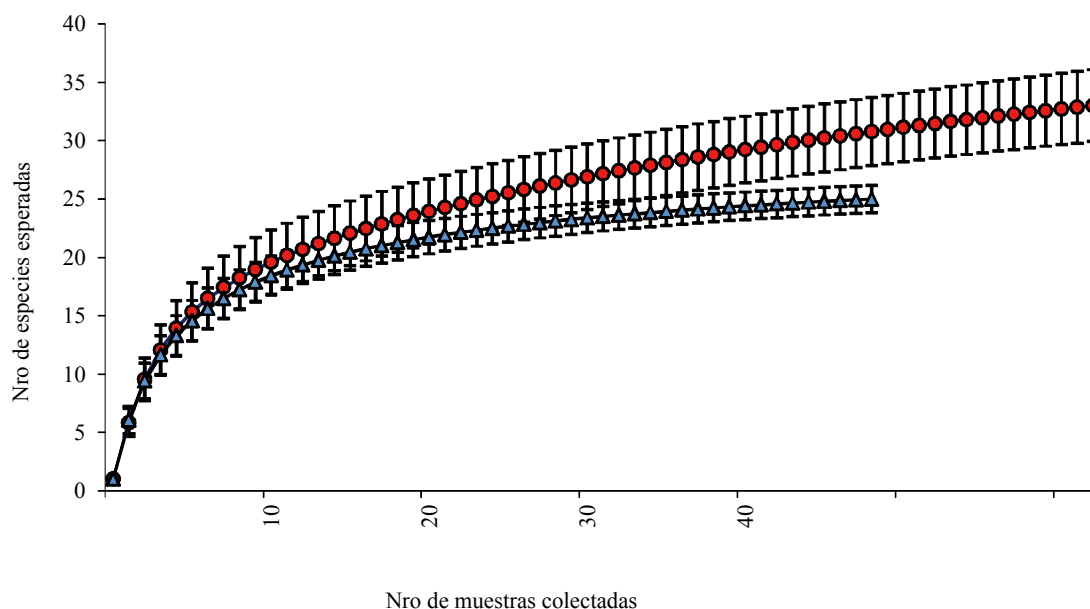
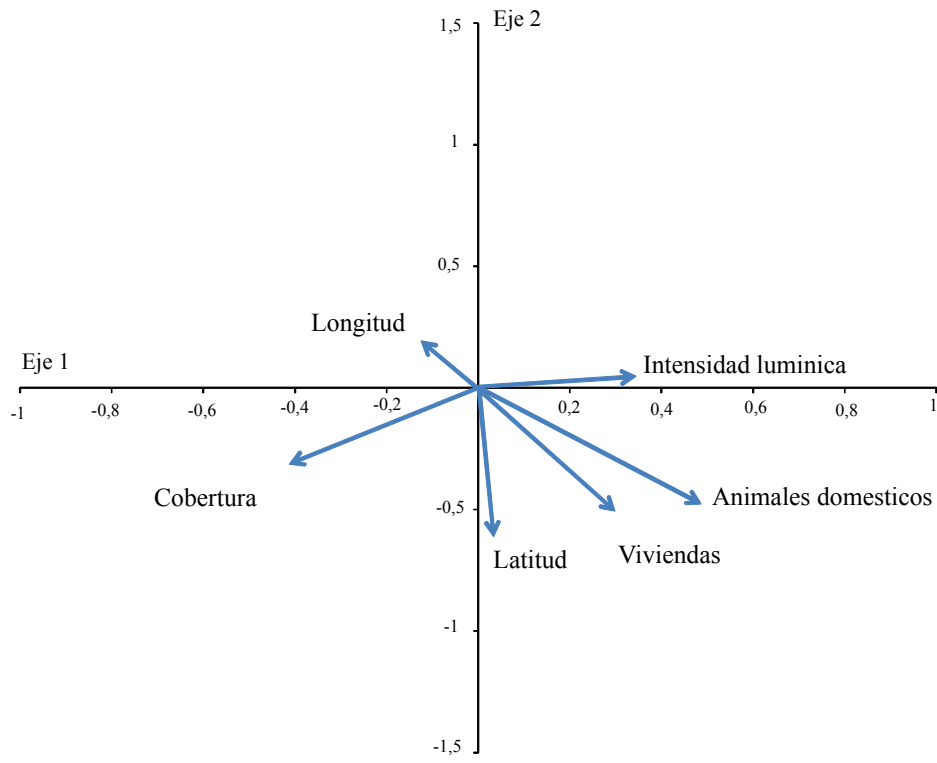


Figura 3.6. Curvas de rarefacción del Parque Nacional Lanín (Rojo) y Parque Nacional Lago Puelo (Azul).

3.12. Relación entre las variables ambientales y las especies de caliptrados sarcosaprófagos

El análisis de correspondencia canónica, demostró una relación significativa entre el ensamble de dípteros caliptrados sarcosaprófagos y las variables ambientales latitud, longitud, cobertura arbórea, intensidad lumínica, presencia de viviendas cercanas y animales domésticos (Fig. 3.7.). Los primeros dos ejes de ordenación explicaron el 36,6% y el 17,8% de la varianza de los datos, respectivamente. El test de Monte Carlo con 99 permutaciones indicó que la distribución de las especies en los dos ejes no fue al azar (Eje 1, $P=0,001$; Eje 2, $P=0,009$).

a)



b)

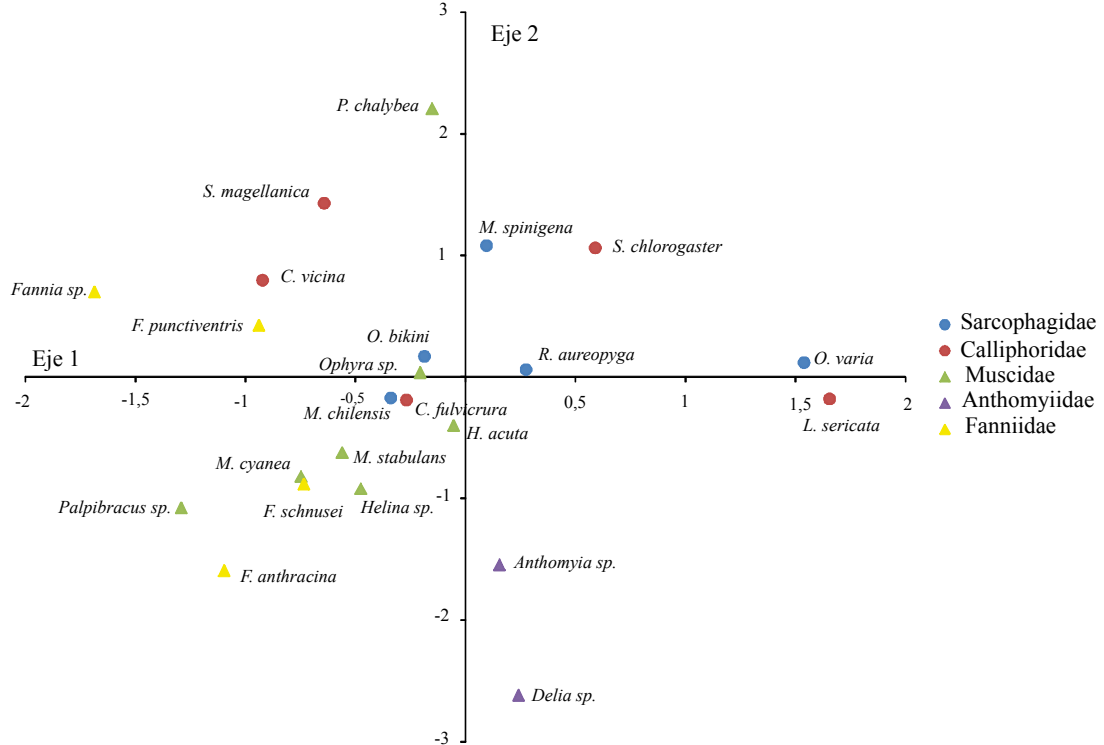


Figura 3.7. Diagrama de ordenación del ACC. a) Biplot de las variables ambientales. b) Biplot de las especies de dipteros caliptrados sarcosaprófagos.

En el gráfico de ACC (Fig. 3.7.), se puede observar que las especies *O. varia*, *R. aureopyga*, *M. spinigena*, *S. chlorogaster* y *L. sericata* se asocian a sitios con mayor incidencia lumínica y mayor antropización. Los géneros de la familia Anthomyiidae (*Anthomyia* sp. y *Delia* sp.) se asocian a los sitios ubicados al norte, que presentan viviendas cercanas y animales domésticos. Por otro lado, las especies de la familia Fanniidae (*Fannia* sp., *Fannia punctiventris*, *Fannia anthracina*) se encuentran relacionadas con sitios asociados a ambientes con mayor cobertura arbórea. También entre las especies asociadas a ambientes boscosos se encuentran *M. stabulans*, *Helina* sp., *Palpibracus* sp. pertenecientes a la familia Muscidae; además, *M. chilensis* y *C. fulvicrura*, especies de la familia Sarcophagidae y Calliphoridae respectivamente.

3.13. Diferenciación de las muestras en los diferentes ambientes donde fueron colectadas

Estos ejes permiten observar una separación latitudinal de las comunidades que se corresponde en parte a los diferentes sectores que fueron muestreados (Fig. 3.8). Las trampas ubicadas en la zona norte del PNL se separan en el espacio multivariado respecto a las trampas ubicadas en la zona sur de dicho parque. Por el contrario, las trampas ubicadas en el sur del PNL, no se separan en el espacio multivariado de las trampas ubicadas en el PNLP.

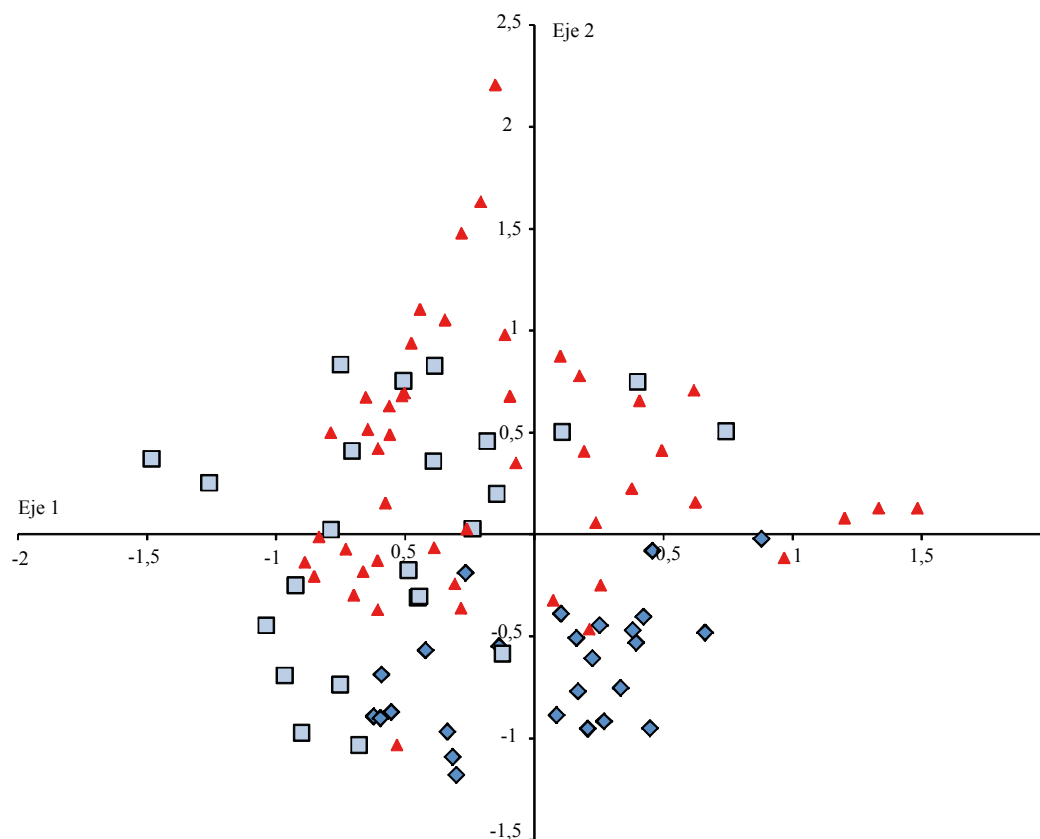


Figura 3.8. Diagrama de ordenación de los dos primeros ejes del análisis de correlación canónica, en donde se observa la distribución espacial de cada trampa en los tres sectores muestreados. Rombo azul (PNL norte), cuadrado celeste (PNL sur) y triángulo rojo PNLP.

3.14. Diferenciación de las comunidades de caliptrados saprófagos entre sectores

El análisis de ordenamiento NMDS, demostró un mayor agrupamiento entre los sitios correspondientes al PNL norte, que los sitios pertenecientes al sector sur de dicho parque y a los sitios ubicados en el PNLP (Fig. 3.9). También, se observa que algunos de los sitios correspondientes al sector sur del PNL presentan ciertas similitudes con sitios del PNLP, lo cual indica una baja diferenciación entre ambos sectores.

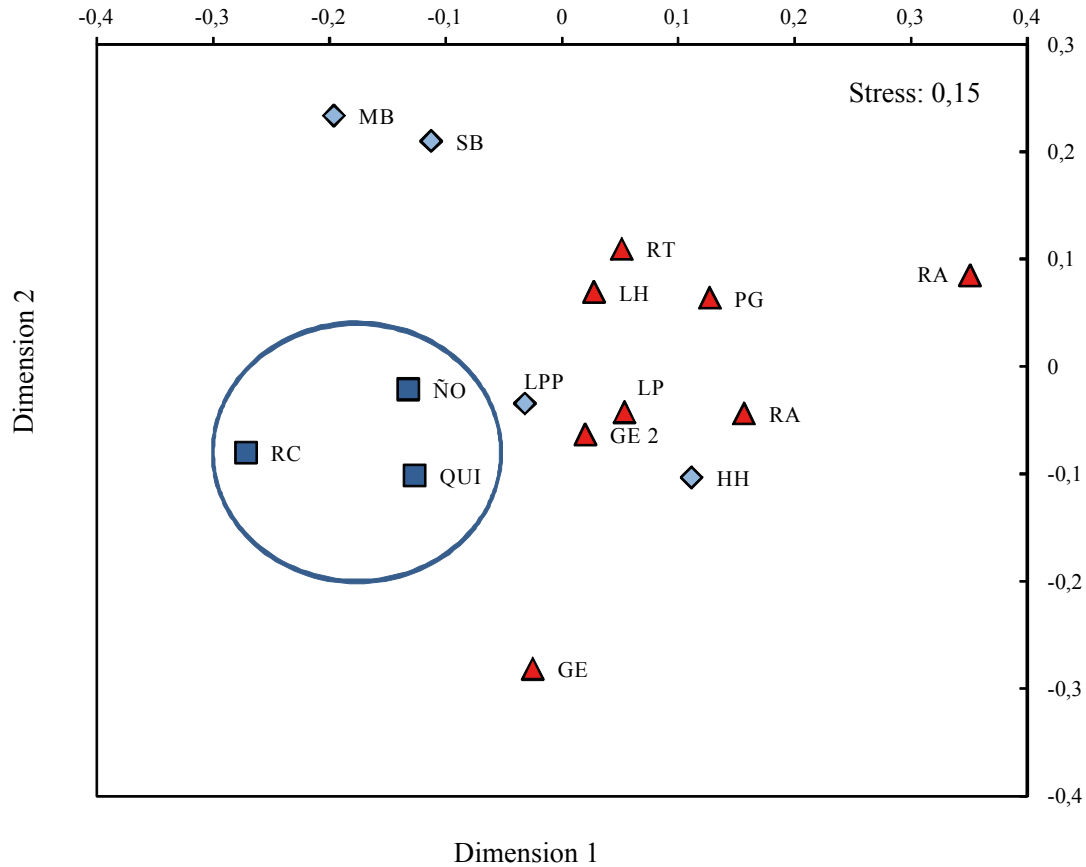


Figura 3.9. Diagrama de ordenación del análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS) de los sitios de muestreos representante de los tres sectores muestreados. Rombo azul (Parque Nacional Lanín Norte), cuadrado celeste (Parque Nacional Lanín Sur) y triángulo rojo (Parque Nacional Lago Puelo). RT: Río Turbio, LH: Los Hitos, PG: Pitranto Grande, RA1: Río Azul 1, RA2: Río Azul2, LP: La Playita, GE: Gendarmería, LPP: Laguna Pudú Pudú, HH: Hua Hum, ÑO: Ñorquinco, RC: Ruca Choroi y QUI: Quillen.

3.15. Similitud entre las comunidades de dipteros caliptrados sarcosaprófagos en los tres sectores muestreados.

El análisis ANOSIM arroja un valor de $R = 0,21$ con una significancia de ($P = 0,0001$), indicando que la composición y abundancia de las especies en los tres sectores muestreados son relativamente semejantes. A partir de la comparación en los valores de R entre pares de los diferentes ambientes, se observa que las muestras obtenidas de la zona

norte del PNL presentan mayor disimilitud respecto a las muestras obtenidas de la zona sur de dicho parque y a las muestras obtenidas del PNLP (Tabla 3. 2.). Por el contrario las muestras obtenidas del sur del PNL son más similares a las muestras de PNLP.

Tabla. 3.3. Comparaciones entre pares de los diferentes sectores muestreados de los valores de R obtenidos mediante el ANOSIM.

| Índice de Similitud | PNL Sur | PNL Norte | PNLP |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|------|
| PNL Sur | 0 | | |
| PNL Norte | 0,3145 ($P < 0,0001$) | 0 | |
| PNLP | 0,0817 ($P < 0,0303$) | 0,3066 ($P < 0,0001$) | 0 |

3.16. Especies responsables de la diferenciación de las comunidades de dípteros caliptrados sarcosaprófagos de los tres sectores muestreados

A partir del análisis SIMPER, se detectó que los taxones responsables de la discriminación entre las comunidades de especies dípteros caliptrados del PNL norte respecto a la comunidad del PNL sur fueron, *Anthomyia* sp (11,74%), *S. magellanica* (9,77%) y *F. anthracina* (7,87%). Por otro lado, las especies responsables de la discriminación entre las comunidades de especies del PNL norte respecto a la comunidad de dípteros del PNLP fueron *O. varia* (14,21%), *Anthomyia* sp. (12,66%) y *S. magellanica* (8,04%).

3.17. Diversidad y estructura de las comunidades de caliptrados sarcosaprófagos en los tres sectores.

A partir del Índice de Shannon se observa que el PNL sur presentó significativamente mayor diversidad de especies de dípteros caliptrados sarcosaprófagos, respecto al PNL norte y al PNLP (Fig. 3. 10). A partir de las curvas de importancia de especie se observa que en PNL norte presenta menor riqueza de especies y la pendiente de

la curva mas abrupta respecto al PNL sur, lo cual indica menor equitatividad en la distribución de las abundancias de las especies. Por otro lado, se observa que en el sector PNL norte hay mayor presencia de especies raras con respecto al PNLP, sugiriendo que si se incrementara el esfuerzo de muestreo se registrarían más especies aún no colectadas y por lo tanto contendría una mayor riqueza.

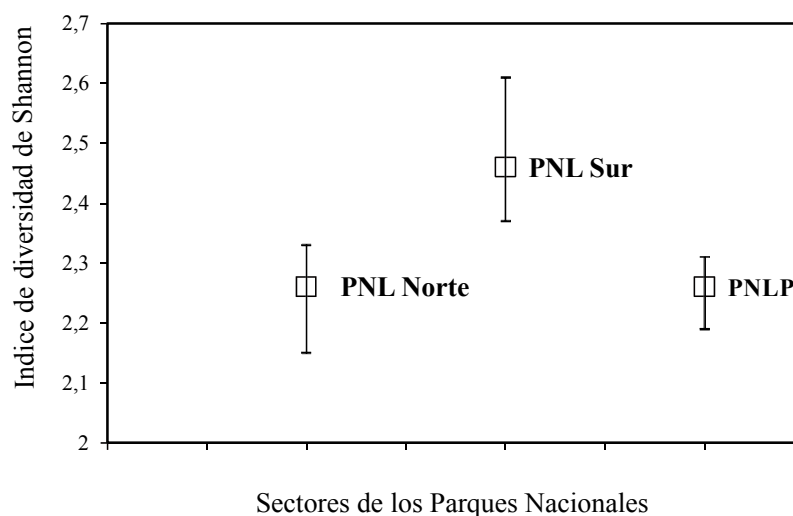


Figura 3.10. Índice de Shannon del Parque Nacional Lanín Norte (PNL Norte), Parque Nacional Lanín Sur (PNL Sur) y Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

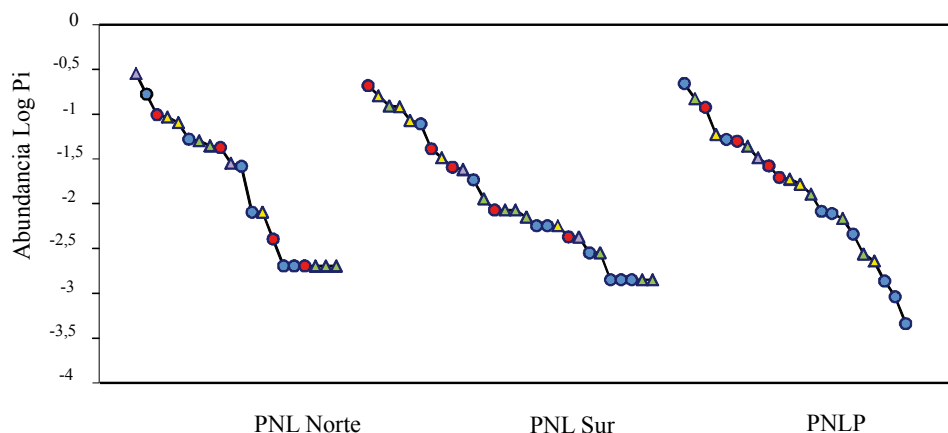


Figura 3.11. Curvas de importancia de Whittaker de especies de dipteros caliptrados sarcosaprófagos del Parque Nacional Lanín Norte (PNL Norte), Parque Nacional Lanín Sur (PNL

Sur) y Parque Nacional Lago Puelo (PNLP). Circulo= Oestroidea, triangulo = Muscoidea. Rojo (Calliphoridae), azul (Sarcophagidae), amarillo (Muscidae), morado (Anthomyiidae) y verde (Fanniidae).

Las especies dominantes en abundancia en el PNL norte fueron *Anthomyia* sp. (29%), *O. varia* (16,8%) , *C. fulvicrura* (10,8%), en el PNL sur dominaron *S. magellanica* (20,2%), *F. anthracina* (15,8%) y *H. acuta* (12,6%). Respecto al PNLP las especies mas abundantes son *O. varia* (33,03%), *S. magellanica* (27,17%) y *F. schnusei* (7,22%).

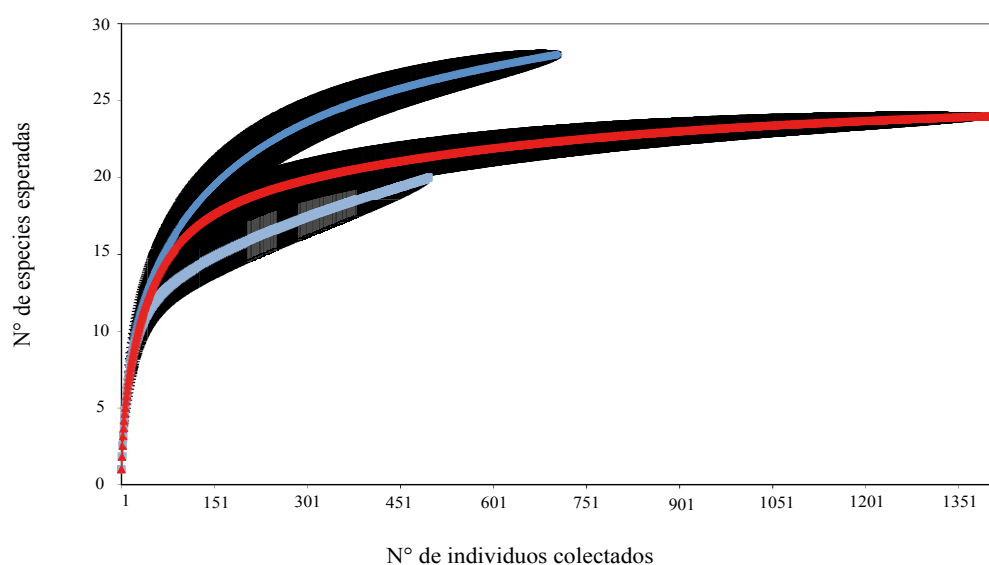


Figura 3.12. Curvas de rarefacción de especies de los tres sectores diferentes que fueron muestreados. (Azul: Parque Nacional Lanín sur, celeste: Parque Nacional Lanín norte y rojo: Parque Nacional Lago Puelo).

Mediante las curvas de rarefacción calculadas para los tres sectores muestreados (Fig. 3.12), se observa que la comunidad del PNL sur presenta mayor riqueza de especies.

Además la curva representativa del PNLP fue la única que alcanzó la asíntota, indicando que se ha obtenido una buena representación de la fauna del parque. Las muestras obtenidas del PNL norte y sur no llegaron a la asíntota, por lo cual se necesitaría un mayor esfuerzo de muestreo para obtener similares niveles de representación de dichas comunidades en comparación al PNLP.

3.18. Discusión

El conocimiento de las comunidades de dipteros caliptrados de los bosques andino-patagónicos, desde el punto de vista ecológico es escaso. Los trabajos existentes para la región se restringen a la familia Calliphoridae, los cuales se basan en estudios que describen el grado de sinantropía de sus especies (Mariluis & Schnack 1996, Mariluis et al. 1999, Mariluis & Mulieri 2003, Schnack & Mariluis 2004, Mariluis et al. 2008, Patitucci et al. 2011a). Esto se debería a que dicha familia presentó históricamente especial interés por su gran impacto ecológico como vector de enfermedades, como causante de miasis y a su importancia como indicadores forenses. Es común que los estudios sobre sarcosaprófagos de potencial médico y forense sean fuentes de información original para comprender la composición de especies de caliptrados de una región dada. En este caso, cabe destacar, que sobre Sarcophagidae existían diferentes trabajos taxonómicos en donde se registran especies para la región (Mariluis 2002 a, 2002 b, 2004, 2006, Mulieri & Mariluis 2009). A pesar de estos antecedentes, es insuficiente el conocimiento sobre la fauna de dicha familia en los bosques Andino Patagónicos. A partir de este relevamiento se registraron nuevas especies para la región (*R. aureopyga* y *S. argyrostoma*) y para el país (*O. bikini*). De la familia Muscidae se registró por primera vez para el país, a *H. acuta* (Tabla 3.1).

Una de las características más conspicuas de la biodiversidad es que no se distribuye de manera homogénea, por lo que los patrones espaciales de la diversidad de especies y los procesos asociados a los mismos han sido objeto de estudio desde hace mucho tiempo, utilizando diferentes escalas y enfoques, tales como la ecología de comunidades (Krebs

1978, Begon et al. 1990), la biogeografía (Rapoport 1975, Pielou 1979) o integrando varios de estos niveles (Magurran 1988, Rosenzweig 1995). En este trabajo se analizó la biodiversidad de dos parques nacionales ubicados en el bosque andino-patagónico y los resultados generales sugieren que la comunidad de caliptrados sarcosaprófago que se encuentra en el PNL es más diversa que la presente en el PNLP. Esta diferenciación probablemente se encuentre afectada por el área de los parques, debido a que el PNL es comparativamente más extenso, ya sea en cuanto a su superficie como a su extensión latitudinal, y los sitios muestreados se hallaban más alejados entre sí. Por estas características es factible que el PNL albergue una mayor heterogeneidad ambiental, proporcionando una amplia gama de recursos para el desarrollo de diferentes especies. Además, a partir de los análisis multivariados se diferenciaron las comunidades de los sectores norte y sur del PNL. Los índices de diversidad demostraron que solo el PNL sur fue significativamente más diverso, respecto a los otros dos sectores. Además las curvas de rarefacción, reflejaron que los ambientes pertenecientes al PNL no llegaron a la asíntota, indicando que se necesitaría mayor esfuerzo de muestreo, para que las muestras sean representativas, por lo que demostraría que dicho Parque presenta mayor diversidad de especies.

A partir de diferentes análisis multivariados (ACC, NMDS y ANOSIM) en donde se analizó la composición y abundancia de las especies de tres sectores del bosque templado austral, se observó que el ambiente correspondiente al PNL norte se diferenció de los restantes sitios. Lo que nos sugiere que existe algún factor que influye en que el ensamble de caliptrados sarcosaprófagos de la región norte del PNL. El conjunto de especies que dominaron dicha región fueron *Anthomyia sp.* (29 %), *O. varia* (16,8%) y *C. fulvicrura* (10,8%), especies que probablemente se asocian con ambientes abiertos, lo cual caracterizó a la región norte del PNL. Dicha región esta constituida por bosques de Araucarias, en donde los arboles se ubican de forma espaciada formando bosques abiertos. Por otro lado, los sitios correspondientes al sector sur presentaron menor altura sobre el nivel del mar, a excepción del sitios ubicado en la Laguna Pudu Pudú, y dicha asociación fue reflejada en el análisis de nmads.

El PNL sur demostró ser el más diverso y se caracterizó por la presencia de las especies *S. magellanica* (20,20%), una especie que además no se encuentra asociada a lugares antropizados (Mariluis & Schnack 1996, Figueroa & Linhares 2002). Por otro lado, en esta zona también dominaron especies de la familia Fanniidae (*Fannia anthracina* 15,85%, *Fannia sp* 11,92%, *Fannia schunsei* 8,4 %), familia que se asocia a ambientes boscosos (Carvalho et al. 2003), lo que es congruente con los sitios de la región sur del PNL que se caracterizaron por tener mayor cobertura arbórea con respecto al sector norte.

El PNLP fue menos diverso y presentó una marcada dominancia de *O. varia* constituyendo el 33% de los individuos capturados. Esta especie se caracteriza por ser de amplia distribución, ser muy invasiva y se encuentra en ambientes que por lo general tienen presencia de animales domésticos, fuertemente asociada a ambientes con presencia de materia fecal (Mulieri et al. 2011). En particular, la abundancia de *O. varia* puede encontrarse sesgada debido a unas pocas trampas registraron un número elevado de especímenes de esta especie. Por último, le siguieron en dominancia *S. magellanica* (17,2%), y en menor proporción *F. schunsei* (7,22%). Este ensamble de especies nos indica que el PNLP se caracterizó por presentar algunos sitios con mayor grado de antropización, y otros ambientes con mayor cobertura arbórea.

En este capítulo también se analizó la relación entre factores ambientales y la composición faunística de dípteros caliptrados sarcosaprófagos, sugiriendo que las especies son segregadas espacialmente por dos factores principales, la cobertura arbórea y presencia de poblaciones cercanas. Se observó que las especies de Fanniidae se encuentran altamente relacionadas a ambientes boscosos y raramente en lugares abiertos, lo que resulta coincidente con observaciones realizadas en trabajos previos (Chillcott 1961, Rozkošný et al 1997, Carvalho et al. 2003). Especies de Muscidae (*M. stabulans*, *Hydrotaea acuta*, *Helina sp.*, *Palpibracus sp.*, *Myospila cyanea*) también fueron encontradas en áreas de mayor cobertura arbórea. En un estudio realizado en Valdivia, Chile (Figueroa & Linhares 2002) pudo observarse, que *H. acuta*, *O. ignava*, *Palpibracus valdiviensis* presentaron preferencia por ambientes con mayor exposición a la luz, lo cual no coincide con nuestros resultados.

Por otro lado, se reconocieron especies asociadas a ambientes con mayor exposición al sol y con preferencias por hábitats con mayores grados de antropización, entre las que se encuentran *O. varia* y *L. sericata*. Esta última especie ha sido registrada comúnmente en pastizales abiertos en Inglaterra (Smith & Wall 1997, Davies 1999) y Nueva Zelanda (Dymock & Forgie 1993), mientras que los resultados de Nuorteva (1963, 1966) y Isiche et al. (1992) en Finlandia y en el sur Inglaterra respectivamente, indicaron que era más común en hábitats urbanos.

La regionalización biogeográfica de la región Andina patagónica realizada por Morrone (2015), concuerda con nuestros resultados, que se esboza en la diferenciación de las comunidades de calíptros saprófagos, la cual sería necesario analizar en profundidad en futuros estudios. En dicha regionalización la provincia el Maule se corresponde al sector norte del PNL, mientras que el sector sur del PNL y el PNLP se ubican en la provincia biogeográfica perteneciente al bosque Valdiviano. Esta relación biogeográfica coincide con las diferencias y similitudes observadas entre los tres sectores analizados.

Los dípteros pueden responder a una gran variedad de factores dados por la heterogeneidad del hábitat, que pueden influir en sus patrones de abundancia y diversidad. La heterogeneidad ambiental se dispone como un mosaico de ambientes en forma de parches que varían en sus características. Los estudios de los patrones y procesos ecológicos son la base de la ecología del paisaje, que por lo general es un análisis a gran escala siendo que la mayoría de las decisiones de gestión y conservación, se realizan en este nivel. Sin embargo, para muchos organismos como los dípteros y otros insectos, este enfoque es a menudo inadecuado y causa problemas considerables en el campo de la biología de la conservación de los insectos.

CAPÍTULO 4: Evaluación del efecto de la cobertura arbórea en la diversidad y abundancia de dipteros caliptrados

4.1. Introducción

Los bosques presentan una matriz de cobertura heterogénea, que puede abarcar grandes extensiones cubiertas por vegetación arbórea, o parches de cobertura aislados de diferentes tamaños. Este patrón diferencial de cobertura puede ser producto de los disturbios antrópicos (como la deforestación, ganadería o agricultura) o por procesos naturales intrínsecos del bosque (Forman & Godrón 1986), como consecuencia de disturbios naturales producidos por caída natural de árboles (*gaps*), diferencias en la composición del suelo, cercanía a cursos de agua, etc.

Las especies de dipteros presentan preferencias por distintos hábitats, y la vegetación modifica de forma diferencial las características del medio ambiente (Siemann 1998). Los análisis de la composición de las comunidades de dipteros en relación a la vegetación, describen en gran medida la preferencia de hábitat de las especies y son muy útiles para detectar los cambios ambientales que ocurren en los bosques (Sousa et al. 2014). Existen pocos estudios que evalúen como se asocian los dipteros caliptrados en relación a la cobertura arbórea. Sousa et al. (2010, 2011) realiza un estudio donde analiza la composición, abundancia y riqueza de Calliphoridae en diferentes áreas deforestadas con diferentes estados de regeneración y bosques primarios en la Cuenca Amazónica, donde sugiere que algunas especies se encuentran principalmente en hábitats densamente boscosos, mientras que otras especies se hallan en áreas más abiertas. Por otro lado, para la misma familia Mariluis & Schnack (1986, 1989) realizan estudios de comparaciones de a pares de ambientes bien diferenciados en condiciones de sol y sombra, estableciendo que las especies tienen diferentes preferencia de ambiente. La familia Sarcophagidae presentó preferencia por ambientes abiertos, como ser pastizales, donde la incidencia de luz solar es directa (Mulieri et al. 2008, Mulieri et al. 2011, Sousa et al 2011).

Todos estos antecedentes se tratan de comparaciones pareadas entre ambientes bien contrastantes. Sin embargo, actualmente no existe ningún trabajo que analice la abundancia y diversidad de dípteros calíptros en un análisis de un gradiente continuo de cobertura arbórea. El objetivo general de este capítulo es establecer si existe una asociación entre la diversidad, riqueza y abundancia de dípteros calíptros sarcosaprófagos con respecto al gradiente de cobertura arbórea en el bosque andino-patagónicos.

4.2. Materiales y Métodos

4.3. Área de muestreo

Los muestreos se realizaron en el Parque Nacional Lanín (PNL) ($39^{\circ} 7'$, $40^{\circ} 40' S$, $71^{\circ} 42'$, $71^{\circ} 12' O$) y en el Parque Nacional Lago Puelo (PNLP) ($42^{\circ} 11' 00'' S$ y $71^{\circ} 41' 00'' O$).

Los sitios muestreados correspondieron a tres áreas geográficamente diferentes pertenecientes al PNLP, y a las zonas norte y sur del PNL. En zona norte del PNL se tomaron tres puntos de muestreo diferentes: Ñorquinco, Rucachori y Quillen, correspondientes a tres cuencas, mientras que los sitios ubicados en el sur del parque se ubicaron en el distrito del Lago Lacar, los cuales fueron: Hua Hum, Mirador Bandurrias, Seccional Bandurrias y Laguna Pudú Pudú. Respecto al PNLP los sitios fueron Los Hitos, Gendarmería, Río Azul y Río Turbio, los cuales fueron muestreados en dos años consecutivos, por lo que algunos sitios fueron muestreados dos veces (casos de Gendarmería 2, Río Azul 2).

4.3. Método de colecta y medida de cobertura

Se colocaron de 6 a 9 trampas por sitio de muestreo. Las trampas fueron ubicadas en sitios con distintos porcentajes de cobertura arbórea, y para su estimación se realizó el método de radio variable de Bitterlich (Mueller- Dombois & Ellenberg 1974). Este método

aplica el principio de punto de frecuencia y establece que para medir el área basal de cobertura arbórea de un sitio, se debe realizar un conteo de árboles alrededor de una circunferencia. Para ello se utiliza una vara con una medida 50 cm de largo, en la cual tiene una mirilla que delimita 1 cm. Dicha técnica consiste en cuantificar todos aquellos árboles que se superen la medida de la mirilla que se encuentren en la circunferencia de cada trampa.

Para evaluar la relación entre la cobertura y la intensidad lumínica, se midió el grado de luminosidad a partir de un fotómetro. Para poder registrar la variación de la variable durante el tiempo que estuvieron expuestas las trampas en el sitio, se procedió a tomar tres medidas de intensidad lumínica. La primera medición se realizó al momento de colocar las trampas en cada sitio, luego se realizó una segunda medición durante el periodo medio de exposición, y por ultimo cuando fueron extraídas. A partir de estos datos se calculó un promedio, utilizado en los análisis.

4.4. Análisis de los datos

Para analizar efectos de la cobertura sobre los dípteros se analizaron los datos obtenidos mediante dos enfoques distintos para la variable cobertura: (a) clasificación de rangos de cobertura arbórea, (b) cobertura como variable continua.

Para estimar los intervalos de cobertura arbórea se realizó una planilla con los datos de la cantidad de árboles registrados en el perímetro de cada trampa. Luego se clasificaron las trampas en tres rangos que representan distintos intervalos de cobertura. Aquellas trampas que fueron ubicadas en sitios en donde se registraron hasta 5 árboles se ubicaron en el rango 1, aquellas que tuvieron entre 6 y 11 árboles correspondieron al rango 2, y por último las que presentaron 12 o más árboles, se clasificaron dentro del rango 3.

El impacto de la cobertura arbórea en relación a la diversidad de especies de dípteros calíptros saprófagos en el bosque andino-patagónico fue analizado mediante el Índice de Shannon. El índice fue calculado usando la ecuación:

$$H = - \sum p_i \log p_i,$$

Donde, p_i es la proporción de un determinado gremio i del total de gremios obtenidos en cada trampa.

Se realizó un remuestreo (*bootstrap*) que permite conocer si sus valores son estadísticamente diferentes. El índice y sus intervalos de confianza (IC) se calcularon mediante la utilización del programa Infostat versión 2013 (Di Rienzo et al. 2013).

Por otro lado, se calcularon curvas de rarefacción basadas en individuos, para comparar la riqueza de especies de dípteros sarcosaprófagos obtenidos en los tres rangos de cobertura arbórea. Las curvas de rarefacción con los intervalos de confianza del 95% se obtuvieron mediante el software Past (Hammer et al. 2001).

Para analizar cobertura arbórea como variable continua, se realizaron correlaciones para verificar la existencia de una asociación entre intensidad y cobertura. El mismo análisis se utilizó para medir la relación entre la cobertura arbórea y la abundancia de dípteros caliptrados sarcosaprofagos, tanto al nivel de familia como al de especie. Con este fin se utilizó el análisis de correlación de Spearman, debido a que los datos no presentaron distribución normal. Solo se consideraron aquellas especies que tuvieron un $N > 50$ individuos. El nivel de significancia que se utilizó es del 5%.

4.5. Resultados

Para esta fracción de datos utilizada, se contabilizaron un total de 2.593 especímenes, de los cuales el 42,6 % y el 26,1% fueron de las familias Sarcophagidae y Calliphoridae respectivamente, siendo las que presentaron mayor abundancia de captura en los tres rangos de cobertura arbórea (Tabla. 4. 1). Luego le siguieron en menor proporción Muscidae (15,8%), Fanniidae (10,3%) y Anthomyiidae (5,3%), con valores similares para los tres rangos. Estas tendencias se observaron en ambos parques.

La familia Sarcophagidae presento mayor abundancia en el rango 1 en ambos parques nacionales con el 58,8 % y 60,9% en el PNL y PNLP respectivamente (Tabla. 4. 2). Las familias Calliphoridae, Muscidae, y Athomyiidae presentaron porcentajes de abundancia variables en los tres rangos de cobertura. Mientras que Fanniidae fue más abundante en el rango 3, con el 71,5% (PNL) y el 48,3% (PNLP).

Tabla 4.1. Abundancia proporcional de familias de caliptrados sarcosaprófagos en cada rango de cobertura arbórea por parque. Parque Nacional Lanín (PNL), Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

| Rango | Rango 1 | | Rango 2 | | Rango 3 | |
|---------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Parque | PNL (%) | PNLP (%) | PNL (%) | PNLP (%) | PNL (%) | PNLP (%) |
| Sarcophagidae | 31,4 | 58,7 | 24,9 | 35,8 | 56,7 | 35,3 |
| Calliphoridae | 30,4 | 14,8 | 16,8 | 49,5 | 16,9 | 28,1 |
| Muscidae | 23,9 | 13,9 | 25,1 | 7,5 | 13,1 | 15,7 |
| Fanniidae | 5,2 | 10,6 | 20,8 | 5,7 | 9,1 | 14,0 |
| Anthomyiidae | 9,1 | 1,9 | 12,4 | 1,4 | 4,2 | 6,9 |

Tabla 4.2. Distribución proporcional de cada familia de caliptrados sarcosaprófagos entre rangos de cobertura arbórea en el Parque Nacional Lanín (PNL) y en el Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

| Rango | Rango 1 | | Rango 2 | | Rango 3 | |
|---------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Parque | PNL (%) | PNLP (%) | PNL (%) | PNLP (%) | PNL (%) | PNLP (%) |
| Sarcophagidae | 58,8 | 60,9 | 20,6 | 31,6 | 20,6 | 7,5 |
| Calliphoridae | 46,0 | 19,7 | 31,5 | 56,1 | 22,5 | 24,2 |
| Muscidae | 21,7 | 49,1 | 34,9 | 22,5 | 43,4 | 28,4 |
| Fanniidae | 5,6 | 35,4 | 22,9 | 16,3 | 71,5 | 48,3 |
| Anthomyiidae | 55,4 | 28,2 | 33,1 | 17,9 | 11,4 | 53,8 |

4.6. Diversidad de caliptrados en los intervalos de cobertura arbórea

El índice de diversidad de Shannon calculado tanto para el PNL (Fig.4.1 a) como para el PNLP (Fig.4. 1 b), muestra que el rango 1 es el que presenta menor diversidad, con respecto a los dos restantes rangos de cobertura arbórea. En el PNL el rango 2 fue el más diverso, mientras que para el PNLP fue el rango 3.

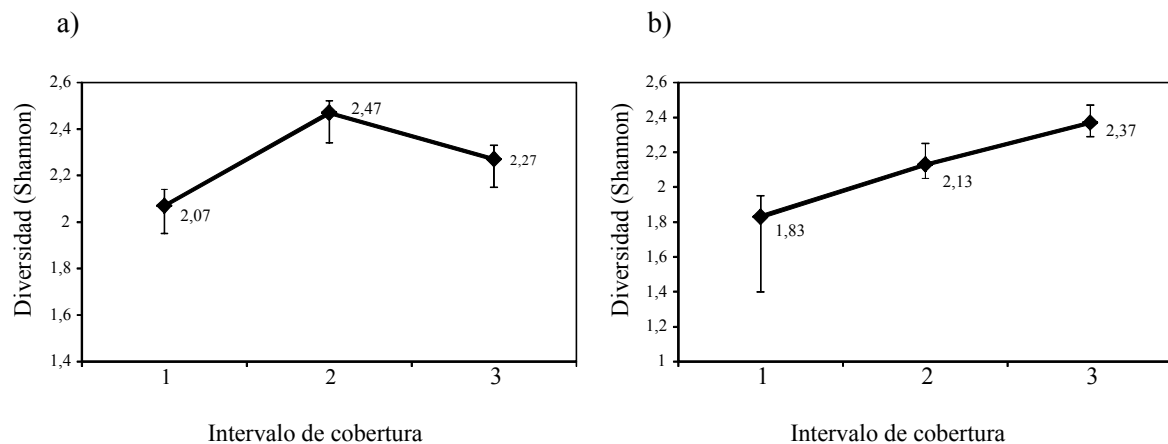
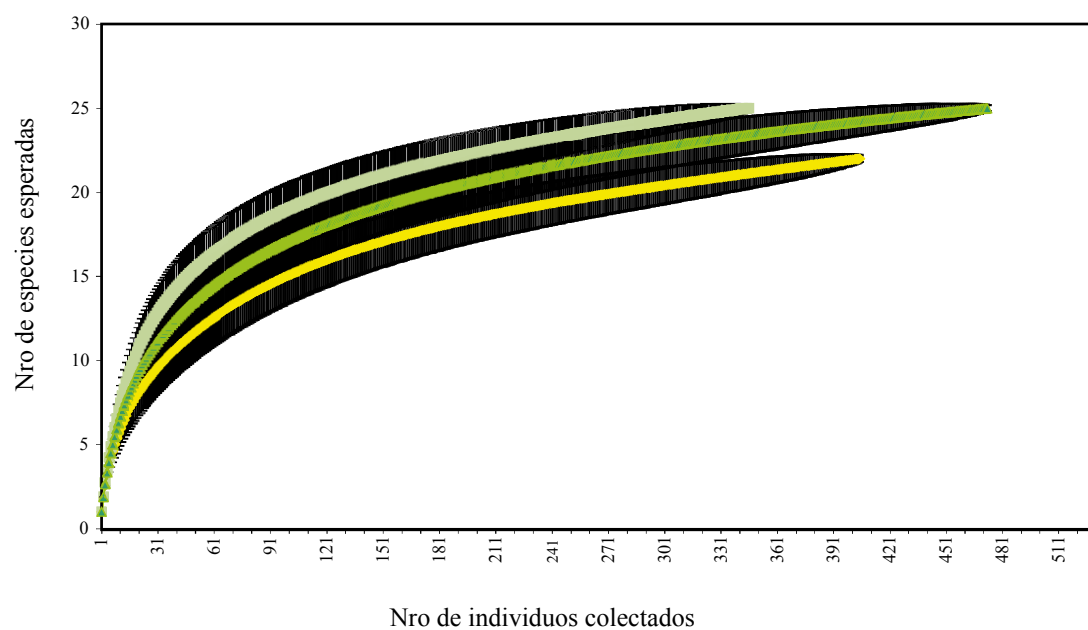


Figura 4.1. Índices de diversidad de Shannon y sus intervalos de confianza. a) Parque Nacional Lanín, b) Parque Nacional Lago Puelo.

Mediante las curvas de rarefacción se observa que la cantidad de trampas utilizadas no fueron suficientes para que las muestras en los diferentes rangos sean representativas (no llegan a la asíntota). Por otro lado, se pudo observar que las trampas ubicadas en los sitios de menor cobertura arbórea (rango 1) son las que presentan menor riqueza de dipteros en ambos parques nacionales (Fig. 4.2. a b).

a)



b)

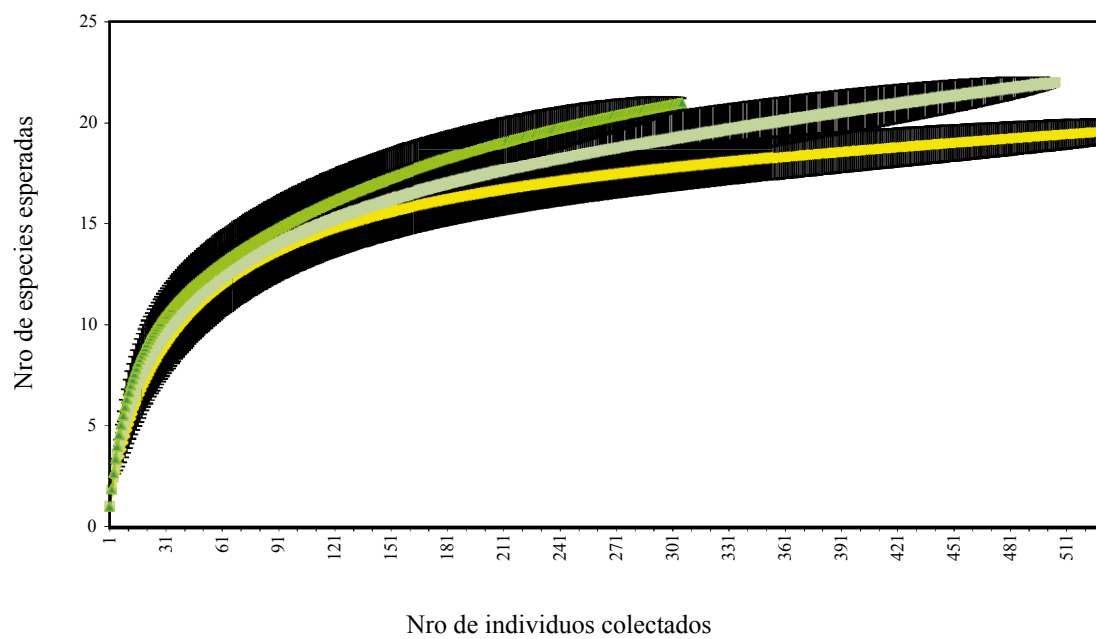


Figura 4.2. Curvas de rarefacción a) Parque Nacional Lanín b) Parque Nacional Lago Puelo.
(Rango 1 = amarillo, Rango 2 = verde claro, Rango 3 = verde oscuro).

La correlación entre la cobertura arbórea y la intensidad lumínica fue significativa (R Spearman = -0,697; $P < 0,0001$), lo que permite verificar que cuanto mayor es la cobertura arbórea menor es la intensidad lumínica.

Al analizar la abundancia de dipteros caliptrados sarcosaprófagos no se observó una correlación significativa con la cobertura arbórea (R Spearman = -0,061; $P=0,550$) para ambos parques nacionales. Respecto a la diversidad de caliptrados (índice de Shannon) y la cobertura arbórea se determinó una correlación positiva significativa para el PNL (R Spearman = 0,281; $P = 0,047$) (Fig. 4.3.a), mientras que para el PNLP no fue significativa (R Spearman = 0,151; $P = 0,307$) (Fig. 4.3.b).

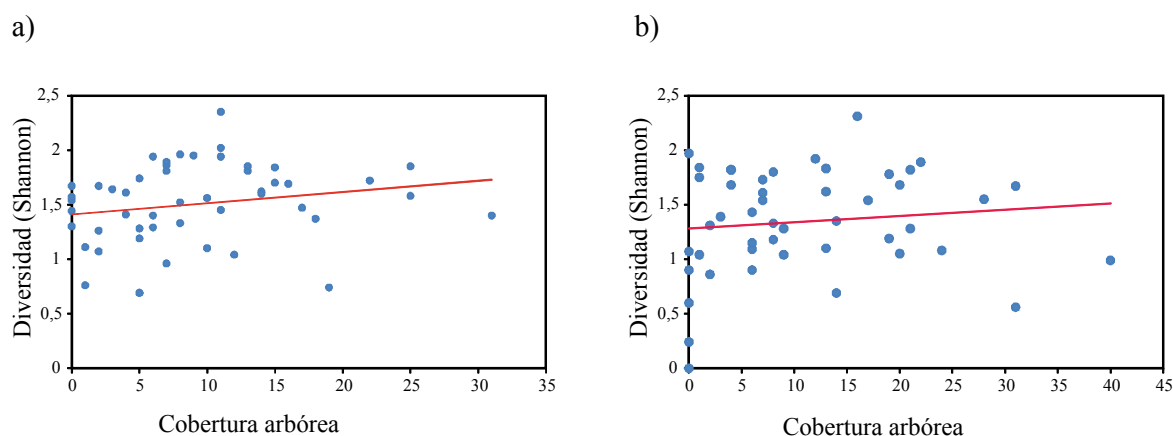


Figura 4.3. Correlación entre cobertura arbórea y diversidad. a) Parque Nacional Lanín. b) Parque Nacional Lago Puelo.

4.8. Relación entre la cobertura arbórea y la abundancia de dipteros caliptrados sarcosaprófagos

Particularmente, tanto a nivel de familia como de especie, en los casos de *Anthomyiidae* y *Anthomyia sp.* se observa una correlación negativa entre la abundancia y la cobertura arbórea (R Spearman = -0,307; $P = 0,03$ y R Spearman = -0,303; $P = 0,03$ respectivamente), para el PNL, mientras que para el PNLP el análisis no fue significativo.

Respecto a Calliphoridae y Muscidae, a nivel de familia como de especie no se observó que exista una correlación significativa en ninguno de los casos (Tabla. 4. 3).

Para el caso de Sarcophagidae, tanto a nivel de especie como de familia, se observa una correlación negativa para ambos parques nacionales. Mientras que la familia Fanniidae, presenta una correlación positiva significativa solo en el PNL, ya sea globalmente como a nivel de cada especie (Tabla. 4. 3.).

Tabla. 4.3. Correlación lineal entre la cobertura arbórea y la abundancia de dipteros caliptrados sarcosaprófagos, tanto a nivel de familia como de especie. En negrita se destacan los casos de correlación significativa ($P < 0,05$).

| Familia | Especie | PNL | | PNLP | |
|---------------|-----------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | | R Spearman | P | R Spearman | P |
| Anthomyiidae | | -0,307 | 0,030 | -0,057 | 0,704 |
| | <i>Anthomyia sp.</i> | -0,303 | 0,032 | -0,057 | 0,074 |
| Calliphoridae | | -0,106 | 0,463 | -0,019 | 0,902 |
| | <i>C. vicina</i> | 0,207 | 0,150 | 0,226 | 0,126 |
| | <i>S. magellanica</i> | -0,070 | 0,629 | 0,017 | 0,910 |
| | <i>C. fulvicrura</i> | -0,122 | 0,400 | -0,086 | 0,566 |
| Fanniidae | | 0,662 | 0,000 | 0,237 | 0,109 |
| | <i>F. schnusei</i> | 0,603 | 0,000 | 0,155 | 0,299 |
| | <i>F. anthracina</i> | 0,530 | 0,000 | | |
| Muscidae | | 0,386 | 0,006 | -0,170 | 0,255 |
| | <i>H. acuta</i> | 0,028 | 0,848 | -0,163 | 0,273 |
| Sarcophagidae | | -0,416 | 0,003 | -0,377 | 0,009 |
| | <i>O. varia</i> | -0,297 | 0,036 | -0,346 | 0,017 |
| | <i>M. spinigena</i> | -0,298 | 0,036 | -0,295 | 0,044 |

4.9. Discusión

El estudio de los dipteros caliptrados y sus respuestas frente a diferentes variables ambientales constituye una base importante para el conocimiento de aspectos básicos de su biología, así como para aplicaciones ecológicas, concernientes a su conservación, el monitoreo de potenciales impactos antrópicos o como información básica útil aplicable en entomología forense.

Varios estudios han descripto que a media que aumenta la diversidad de plantas, en general, hay mayor abundancia y diversidad de animales (Knops et al. 1999, Haddad et al. 2009, Scherber et al. 2010). Aunque en este estudio no se cuantificó la diversidad de la vegetación, la menor diversidad de dipteros se presentó en ambientes abiertos, pudiendo interpretarse que los ambientes con mayor grado de cobertura arbórea son estructuralmente más complejos y por lo tanto, pueden presentar mayor diversidad de refugio para distintas especies.

En términos generales se observó distintas respuestas frente a la cobertura arbórea por parte de las familias de caliptrados analizadas. La familia Sarcophagidae presentó preferencia por ambientes abiertos con mayor incidencia solar. El mismo patrón se pudo comprobar a nivel de sus especies (*O. varia* y *M. spinigena*). Los dipteros de esta familia se caracterizan por utilizar recursos típicos de ambientes abiertos, por lo que tienen adaptaciones que les otorgan ventajas adaptativas a las condiciones presentes en dichos ambientes. Entre las adaptaciones que presentan se destaca su coloración gris brillante, que posee una alta reflectancia que permite regular pasivamente la temperatura corporal. Además, Willmer (1982) describió el comportamiento de especies del género *Sarcophaga* que se caracterizan por realizar un mecanismo de derivación de hemolinfa entre el tórax y el abdomen de manera activa, lo que permite la termorregulación parcial, manteniendo estable la temperatura del cuerpo. Este mecanismo es aparentemente inusual entre las moscas caliptradas, a pesar de que muchos de esos dipteros se alimentan de flores que se encuentran expuestas a una alta radiación solar. Otra característica que les constituye una

gran ventaja adaptativa es que las Sarcophagidae son larvíparas, a diferencia de la mayoría de calíptros cuyas especies son ovíparas. Esto les confiere la posibilidad de colonizar de forma rápida y eficiente sustratos pequeños o en condiciones de rápida desecación (Aballay & Mulieri 2011).

Respecto a Fanniidae, si bien se menciona su asociación a ambientes forestados (Carvalho et al. 2003), no existe ningún trabajo que analice objetivamente esta relación. A partir de este estudio se pudo establecer que a mayor cobertura arbórea mayor es la abundancia de Fanniidae, tanto a nivel de familia como de especies (*F. anthracina* y *F. schnusei*). Esta asociación solo fue observable en el PNL.

Aunque el conocimiento de la ecología de Anthomyiidae es escaso, se reconoce que muchos de los adultos de las zonas templadas del hemisferio norte, son antófilos y que juegan un rol importante como polinizadores (Michelsen 2010). En este estudio se pudo establecer una correlación negativa de su abundancia con la cobertura arbórea en el PNL, indicando que se encuentran asociados a ambientes con mayor exposición a la luz.

Calliphoridae es una familia ampliamente reconocida por su implicancia médico-veterinaria, por lo que existe mayor cantidad de estudios ecológicos, pero estos se basan fundamentalmente a asociaciones con disturbios antrópicos (Mariluis & Schnack 1996, Mariluis et al. 1999, Schnack et al. 1998, 1999, Schnack & Mariluis 2004, Mariluis et al. 2008, Patitucci et al. 2011). En Brasil Sousa et al (2014) realiza un estudio para evaluar a las familias Calliphoridae y Sarcophagidae como potenciales bioindicadores de regeneración y conservación de bosques. Dicho trabajo establece, que Sarcophagidae es un buen indicador de antropización y claros de bosques, mientras que Calliphoridae sirve para detectar grados de regeneración de bosques, ya que distintas especies que se asocian a los diferentes estados de regeneración de los bosques. En este estudio, Sarcophagidae presentó la misma asociación que el el trabajo de Souza (2014). Mientras que para las especies de Calliphoridae no se pudo observar ninguna asociación de hacia algún ambiente en particular, pero esto puede ser debido a que el el número total de especímenes capturados no fue suficiente.

Muscidae es una familia muy diversa tanto en el número de sus especies como en las estrategias biológicas asociadas a ellas, por lo cual difícil predecir sus patrones globales de abundancia y riqueza. En este estudio las Muscidae no presentaron una clara asociación con el grado de cobertura.

El conocimiento que surge a partir de capítulo es fundamental para establecer si existe una asociación entre las diferentes especies de caliptratos sarcosaprófagos y la cobertura arbórea, permitiendo ser la base de estudios posteriores como ser conservación y forense.

CAPÍTULO 5: Ensamble de dípteros calíptros sarcosaprófagos en un gradiente de intervención antrópica

5.1. Introducción

Diferentes actividades humanas se encuentran entre principales causas de la pérdida de hábitat que afectan la fauna (Czech et al. 2000). Estas actividades generalmente inciden negativamente sobre la mayoría de las especies nativas dando como resultado un efecto de homogenización de la biota (Vale & Vale 1976, Luniak 1994, Kowarik 1995, Marzluff 2001, McKinney 2006). En este proceso, los cambios físicos que se producen en los núcleos urbanos influyen fuertemente en el hábitat de las especies nativas (Sukopp & Werner 1982, Medley et al. 1995, Pickett et al. 2001), produciendo una disminución en su abundancia y promoviendo, paralelamente, la introducción de especies exóticas (McKinney 2006).

El monitoreo comparativo de insectos en áreas naturales y áreas disturbadas producto de la antropización, es una de las formas más sencillas de proporcionar un alerta sobre los cambios en la diversidad y estructura de las comunidades nativas. Por lo tanto, estudios de ecología urbana, ayudan a conocer el estado de conservación de cada ambiente, y contribuir a tomar medidas más eficaces para su conservación.

Las especies de dípteros calíptros presentan diferentes grados de asociación con los distintos tipos de hábitat hallados a lo largo de un gradiente urbano. Hay algunas especies que viven solo en ambientes naturales donde no se registra incidencia humana significativa, mientras que otras se han adaptado a vivir en ambientes altamente urbanizados e incluso dependen de este tipo de ambiente (Nuorteva 1963). Esta característica hace de los dípteros calíptros un buen grupo focal para ser empleados como indicadores ecológicos, permitiendo inferir si un ambiente se encuentra afectado por la actividad humana y la consecuente generación de nuevos hábitats o modificación de las condiciones preexistentes.

Los estudios que investigan el efecto de la urbanización sobre la diversidad animal se han centrado en gran medida en los vertebrados, especialmente en aves (Miller et al. 2003). Por otro lado, los carábidos son el grupo de insectos más estudiado en relación con la urbanización (Hartley et al. 2007, Niemelä & Kotze 2009, Niemelä et al. 2002) junto con los lepidópteros (Blair & Launer 1997). El conocimiento que existe sobre la ecología de dípteros caliptrados en relación al efecto de la urbanización, es escaso. La mayoría de los estudios existentes se centran en la familia Calliphoridae, debido a que es una familia relacionada con la materia orgánica en descomposición con gran importancia médica y veterinaria (Mariluis & Mulieri 2005).

La asociación de los animales con los ambientes humanos se conoce como sinantropía (Linhares 1981). Estas asociaciones varían geográficamente y de acuerdo a los patrones culturales intrínsecos de cada asentamiento poblacional que crean características ambientales particulares (Nuoteva 1963). En Argentina los primeros estudios a nivel ecológico en un gradiente de urbanización fueron realizados por Mariluis & Schnack (1986, 1989), referidos a la familia Calliphoridae en la provincia de Buenos Aires. También se hicieron estudios similares para la provincia de Misiones (Mariluis et al. 1990) y para la región Patagónica (Mariluis & Schnack 1996, Mariluis et al. 1999, Schnack & Mariluis 2004, Mariluis et al. 2008, Patitucci et al. 2011). Estudios de asociación de especies en gradientes urbano-rural en Argentina referidos a otras familias se restringen a unos pocos trabajos para las familias Muscidae (Patitucci et al. 2013) y Sarcophagidae (Mulieri et al. 2011) en la provincia de Buenos Aires. Recientemente, Dufek et al. (2016) amplió el conocimiento sobre la sinantropía de Calliphoridae y Sarcophagidae para la región noreste del país, principalmente en los Esteros del Iberá.

Este estudio es el primero en evaluar al ensamble de dípteros caliptrados sarcosaprófagos en un gradiente urbano, en el bosque andino-patagónico. El objetivo propuesto es analizar la estructura de las comunidades de dípteros caliptrados sarcosaprófagos y sus cambios a lo largo de un gradiente urbanización. Específicamente se propuso evaluar la riqueza y abundancia de las familias de dípteros caliptrados sarcosaprófagos en los diferentes ambientes. Por último, se busca establecer las

preferencias de hábitat de las especies más abundantes, de acuerdo a las diferencias de abundancia que existan entre los ambientes con diferentes grados de urbanización.

5.2. Materiales y Métodos

5.3. Área de estudio

El área de estudio se ubicó en el Parque Nacional Lanín (PNL) (39° 7', 40° 40' Sur, y los 71° 42', 71° 12' Oeste) y Parque Nacional Lago Puelo (PNLP) (42°11'00"Sur y 71°41'00"Oeste) y en las poblaciones urbanas más cercanas a dichos parques.

Para este análisis, los sitios de muestreos fueron clasificados en tres categorías de acuerdo a un gradiente diferencial de urbanización: (a) asentamientos urbanos densamente poblados (urbano), (b) ambientes de grado intermedio de urbanización con presencia de viviendas aisladas (semiurbano) y (c) áreas con un mayor grado de conservación sin evidenciar impacto antrópico (naturales) (Nuorteva 1963).

Un supuesto del análisis de gradiente es que los cambios se producen en una relación lineal, entre la distancia del centro de urbanización hacia áreas mejor conservadas, es decir que a medida que nos alejamos del centro de urbanización menor es el efecto, como ocurre en la mayoría de las ciudades. En este muestreo, el gradiente de urbanización se estableció en forma indirecta, debido a que los sitios de estudio no fueron alineados respecto al centro urbano, sino que en cada parque se ubicaron tanto los sitios semiurbanos como los naturales independientemente de la distancia a los urbanos. Se clasificaron como sitios semiurbanos a aquellos ambientes dentro de los parques nacionales, sujetos a la influencia del hombre, por haberse observado en ellos presencia de viviendas y/o animales domésticos. Los sitios que fueron clasificados como naturales, fueron aquellas áreas dentro de los parques nacionales que no presentaron ningún factor indicador de presencia humana. Esta variable binaria fue codificada con (0) para ausencias y con (1) para la presencia de animales domesticos o viviendas. Los sitios urbanos se situaron dentro de los centros

poblacionales más próximos a cada sector muestreado de cada parque, la clasificación de cada sitio se resumen en la (Tabla 5.1). En las cercanías del PNL se seleccionaron dos asentamientos urbanos, uno en el sector sur del parque que fue San Martín de los Andes (40°10'00"Sur 71°21'00"Oeste), con una población de 27.956 (INDEC 2010). Por otro lado, se seleccionó la localidad de Aluminé (39°13'00"Sur 70°57'00"Oeste), presente en el sector norte del PNL que es una población más pequeña que cuenta con 4.591 habitantes (INDEC 2010). Respecto al PNL el centro urbano más próximo fue la localidad de Lago Puelo (42°09'55"Sur 71°38'13"Oeste), que cuenta con 6.038 habitantes (INDEC, 2010) (ver Fig. 1.2).

Como método de muestreo se utilizaron exclusivamente las trampas cebadas con putracina.

Tabla 5.1. Clasificación de sitios de acuerdo al grado de intervención antrópica.

| Parque Nacional | Parque Nacional Lanín | Parque Nacional Lago Puelo |
|------------------------|--|--|
| Sitios urbanos | Aluminé San Martín de los Andes | Lago Puelo |
| Sitios semiurbanos | Hua Hum Ñorquinco Ruca Choro Quillen | Pitranto Grande Río Turbio Gendarmería 1 |
| Sitios naturales | Mirador Bandurrias Seccional Bandurrias Laguna Pudú Pudú | Los Hitos Río Azul La Playita Gendarmería 2 |

5.4. Análisis de los datos

5.5. Estructura de las comunidades

Para describir la estructura de las comunidades de caliptrados sarcosaprófagos, se calcularon y analizaron curvas del modelo de Whittaker (Magurran 2004) en cada ambiente. En el eje de la abscisa se ubicaron las especies ordenadas de mayor a menor grado de abundancia, y en la ordenada se expresa su abundancia relativa. Estas abundancias se representaron con valores $\log P_i$, donde P_i es n_i/N , n_i es número de individuos de cada especie i y N es el número total de individuos capturados en cada ambiente.

Para comparar las comunidades a lo largo del gradiente y visualizar gráficamente los cambios de abundancia y riqueza entre ambientes se tomó como referencia el ranking de abundancia obtenido de ambientes preservados de la influencia humana (naturales), para así poder visualizar que posición relativa tienen las especies en los otros puntos del gradiente.

5.6. Comparaciones de abundancia y riqueza

Se comparó la abundancia de caliptrados sarcosaprófagos entre los diferentes ambientes por medio de un análisis de la varianza no paramétrico (Kruskal-Wallis). Este análisis se aplicó debido a que no se cumplió con los supuestos requeridos para la aplicación de un ANOVA. El análisis se efectuó unificando los datos recabados de ambos parque nacionales. Se aceptó un nivel de significancia del 5% y los datos fueron transformados a $\log (n+1)$ y estandarizados para evitar efectos dados por diferencias en el número de trampas por sitio.

Para observar si existe diferencia de riqueza entre los diferentes ambientes, se realizó un análisis de varianzas (ANOVA) dado que se cumplieron las condiciones de aplicación de este estadístico. Luego se realizaron comparaciones *a posteriori* utilizando el procedimiento de Tukey para establecer si existen diferencias significativas entre pares de ambientes con un nivel de significancia del 0,05%.

También se compararon la riqueza y la abundancia de cada familia, y la abundancia de las especies dominantes, mediante un análisis de varianza no paramétricos (Kruskal-Wallis). Se aceptó un nivel de significancia del 5% y los datos fueron transformados a $\log(n+1)$.

Para representar con un valor numérico el grado de asociación de las especies con los asentamientos humanos, se calculó el un índice de sinantropía aplicado a las especies más abundantes. El Índice de Sinantropía (IS) se calculó mediante la fórmula de Nuorteva (1963):

$$IS = (2a + b - 2c) / 2$$

Donde,

a = es el porcentaje de individuos de una especie dada sobre el total capturado en la muestra, registrado en un sector urbano (urbano);

b = es el porcentaje de individuos de esa misma especie sobre el total capturado en la muestra, registrado en un sector de viviendas aisladas (semirubano); y

c = es el porcentaje de individuos de la misma especie sobre el total capturado en la muestra, registrado en un sector desprovisto de influencia humana (natural).

El IS tiene un rango de variación de +100 a -100, valores altos positivos se refieren a especies asociadas a ambientes con mayor urbanización, y valores negativos se asocian con especies que prefieren ambientes silvestres (natural).

Para el análisis de los resultados, sólo se tuvieron en consideración las especies cuya abundancia fue mayor a 30 ejemplares.

5.7. Resultados

Se capturaron 3.564 dípteros caliptrados en los tres ambientes con diferentes niveles de antropización. Se identificaron un total de 37 especies, y las familias más abundantes fueron Sarcophagidae, representando el 34,4% de la muestra, Calliphoridae con el 21,6% y Muscidae con el 19,3%. Por último le siguieron con menor porcentaje de captura, las familias Fanniidae y Anthomyiidae con el 16,9% y 7,9% respectivamente.

En el ambiente urbano las familias más abundantes fueron Sarcophagidae (45,9% del total), Muscidae (36,4), Anthomyiidae (7,1%), y por último Calliphoridae y Fanniidae (5,5 y 5,3% respectivamente). En el ambiente semiurbano, Sarcophagidae también fue la más abundante totalizando el 39,6% de la muestra, seguida por Calliphoridae con el 26,7%. Por último, en el ambiente natural las familias más abundantes fueron Fanniidae y Calliphoridae (con el 39,0% y 29,7% respectivamente).

Las especies más abundantes en el ambiente urbano fueron *Oxysarcodexia varia* (Walker, 1836) en ambos parques, seguida por *Fannia sp.* en el PNL y *Hydrotea acuta* Stein 1898 en PNLP. En el ambiente semiurbano la especie más abundante en ambos parques fue *O. varia*, seguida de *Anthomyia sp.* en el PNL y *Sarconesiopsis magellanica* en el PNLP. En las muestras tomadas de los ambientes naturales del PNL, las especies más abundantes pertenecieron a la familia Fanniidae (*Fannia sp.* y *Fannia anthracina*), mientras que en el PNLP las especies más abundantes fueron de la familia Calliphoridae (*Sarconesia chlorogaster* y *Calliphora vicina*) (Tabla. 5. 2).

En el PNL (Fig. 5. 1. a), el ambiente natural presentó la mayor riqueza y equitatividad en la distribución de las abundancias de especies, mientras que el PNLP este patrón se observó en el ambiente semiurbano (Fig. 5. 1b.). Por otro lado, el ambiente con mayor urbanización (urbano) en el PNL, contuvo menor riqueza de especies pero mayor equitatividad respecto a los otros ambientes. En el PNLP el ambiente urbano, fue menos equitativo en la distribución de las abundancias de las especies respecto a los otros ambientes.

Tabla 5.2. Abundancia y porcentaje de dipteros capturados en los diferentes ambientes en el Parque Nacional Lanín (PNL) y en el Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

| Especies | Urbano | | | | Semiurbano | | | | Natural | | | |
|-----------------------------------|--------|------|------|------|------------|------|------|------|---------|------|------|------|
| | PNL | % | PNLP | % | PNL | % | PNLP | % | PNL | % | PNLP | % |
| Anthomyiidae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Anthomyia</i> sp. | 18 | 13,0 | 47 | 5,7 | 146 | 20,2 | 6 | 0,6 | 12 | 2,5 | 33 | 7,9 |
| <i>Calytea</i> sp. | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 3 | 0,6 | 0 | 0,0 |
| <i>Delia</i> sp. | 4 | 2,9 | 0 | 0,0 | 14 | 1,9 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Calliphoridae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Calliphora vicina</i> | 7 | 5,1 | 10 | 1,2 | 10 | 1,4 | 32 | 3,2 | 19 | 4,0 | 72 | 17,2 |
| <i>Comptosyrops fulvicrura</i> | 0 | 0,0 | 3 | 0,4 | 51 | 7,1 | 48 | 4,9 | 4 | 0,8 | 6 | 1,4 |
| <i>Lucilia sericata</i> | 7 | 5,1 | 7 | 0,9 | 4 | 0,6 | 36 | 3,7 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Sarconesia chlorogaster</i> | 2 | 1,4 | 1 | 0,1 | 19 | 2,6 | 1 | 0,1 | 1 | 0,2 | 0 | 0,0 |
| <i>Sarconesiopsis magellanica</i> | 6 | 4,3 | 11 | 1,3 | 99 | 13,7 | 155 | 15,7 | 69 | 14,4 | 96 | 22,9 |
| Fanniidae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fannia albitarsis</i> | 8 | 5,8 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 4 | 0,8 | 0 | 0,0 |
| <i>Fannia anthracina</i> | 1 | 0,7 | 2 | 0,2 | 46 | 6,4 | 12 | 1,2 | 113 | 23,6 | 21 | 5,0 |
| <i>Fannia punctiventris</i> | 1 | 0,7 | 8 | 1,0 | 9 | 1,2 | 21 | 2,1 | 18 | 3,8 | 4 | 1,0 |
| <i>Fannia schnusei</i> | 6 | 4,3 | 3 | 0,4 | 41 | 5,7 | 73 | 7,4 | 59 | 12,3 | 44 | 10,5 |
| <i>Fannia</i> sp. | 22 | 15,9 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 85 | 17,7 | 2 | 0,5 |
| Muscidae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Arthurella nudiseta</i> | 1 | 0,7 | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 1 | 0,2 | 0 | 0,0 |
| <i>Helina</i> sp. | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 22 | 3,0 | 6 | 0,6 | 5 | 1,0 | 16 | 3,8 |
| <i>Hydrotaea acuta</i> | 2 | 1,4 | 241 | 29,4 | 74 | 10,2 | 74 | 7,5 | 38 | 7,9 | 8 | 1,9 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----|------|-----|------|-----|------|-----|------|----|-----|----|------|
| <i>Hydrotaea cyaneiventris</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 6 | 1,3 | 0 | 0,0 |
| <i>Muscina stabulans</i> | 6 | 4,3 | 3 | 0,4 | 0 | 0,0 | 2 | 0,2 | 2 | 0,4 | 1 | 0,2 |
| <i>Myospila cyanea</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 3 | 0,4 | 15 | 1,5 | 3 | 0,6 | 13 | 3,1 |
| <i>Ophyra aenescens</i> | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Ophyra ignava</i> | 1 | 0,7 | 3 | 0,4 | 0 | 0,0 | 7 | 0,7 | 1 | 0,2 | 5 | 1,2 |
| <i>Palpibracus</i> sp. | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 | 0,3 | 1 | 0,1 | 7 | 1,5 | 0 | 0,0 |
| <i>Psilochaeta apicalis</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Psilochaeta chalybea</i> | 0 | 0,0 | 75 | 9,1 | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 20 | 4,8 |
| Sarcophagidae | | | | | | | | | | | | |
| <i>Blaesoxipha</i> sp. | 1 | 0,7 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Microcerella argyrostoma</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 0,2 | 0 | 0,0 |
| <i>Microcerella chilensis</i> | 1 | 0,7 | 3 | 0,4 | 13 | 1,8 | 10 | 1,0 | 4 | 0,8 | 1 | 0,2 |
| <i>Microcerella coniceti</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 0,2 | 0 | 0,0 |
| <i>Microcerella edwardsi</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 2 | 0,5 |
| <i>Microcerella mallochi</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 2 | 0,4 | 0 | 0,0 |
| <i>Microcerella</i> sp. | 3 | 2,2 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 3 | 0,3 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Microcerella spinigena</i> | 5 | 3,6 | 55 | 6,7 | 37 | 5,1 | 37 | 3,8 | 2 | 0,4 | 21 | 5,0 |
| <i>Microcerella spinosa</i> | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| <i>Oxysarcodexia bikini</i> | 0 | 0,0 | 5 | 0,6 | 0 | 0,0 | 4 | 0,4 | 1 | 0,2 | 1 | 0,2 |
| <i>Oxysarcodexia varia</i> | 24 | 17,4 | 336 | 41,0 | 122 | 16,9 | 430 | 43,6 | 16 | 3,3 | 50 | 11,9 |
| <i>Ravinia aureopyga</i> | 12 | 8,7 | 4 | 0,5 | 6 | 0,8 | 11 | 1,1 | 2 | 0,4 | 3 | 0,7 |
| <i>Tricharaea</i> sp. | 0 | 0,0 | 1 | 0,1 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |

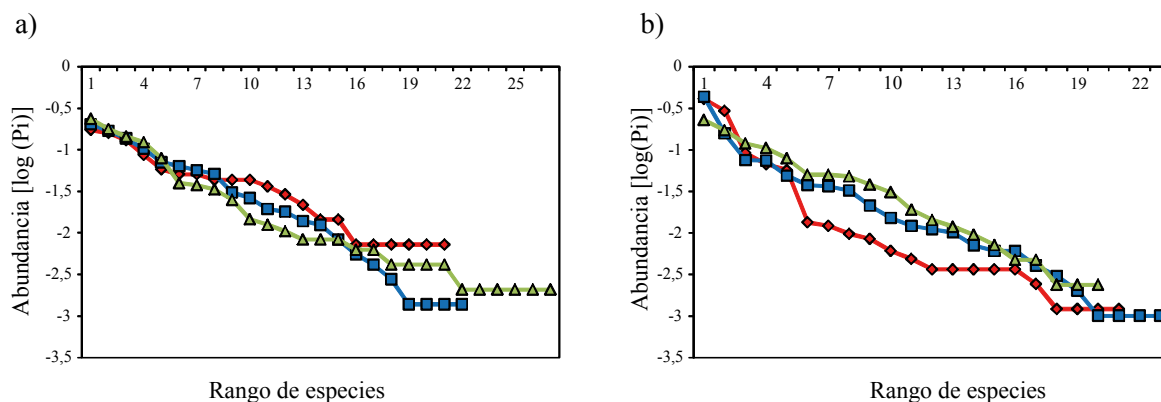


Figura 5.1. Estructura de las comunidades de dípteros caliptrados en tres ambientes con diferente grado de intervención humana. (Rojo) Urbano, (azul) Semiurbano, (verde) Natural. a) Parque Nacional Lanín b) Parque Nacional Lago Puelo.

5.8 Estructura y variación de las comunidades de caliptrados en el gradiente de urbanización

Comparando la variación de la estructura del ensamble de caliptrados (Fig. 5.2.), se observa que conforme el ambiente presenta un mayor grado de antropización, se produce una disrupción de las comunidades representativas de los sitios silvestres. Este proceso es observable por dos factores: por pérdida de especies (observada en la discontinuidad de las líneas), y por los cambios en la variación de las abundancias. Comparando entre ambos parques, la variación de la estructura comunitaria en el PNL reflejó cambios más drásticos.

El ambiente urbano asociado al PNL es donde se registró una mayor pérdida de especies en relación al ambiente bosque. El total de especies que no se registraron en dicho ambiente fue de 11: *Microcerella argyrostoma*, *Microcerella coniceti*, *Microcerella mallochi*, *Oxysarcodexia bikini*, *Compsomyiops fulvicrura*, *Helina* sp., *Hydrotaea cyaneiventris*, *Myospila cyanea*, *Palpibracus* sp., *Psilochaeta apicalis* y *Calytea* sp. Por el contrario, las especies que solo aparecieron en el ambiente urbano fueron *Delia* sp., *Blaesoxipha* sp. y *Microcerella* sp.

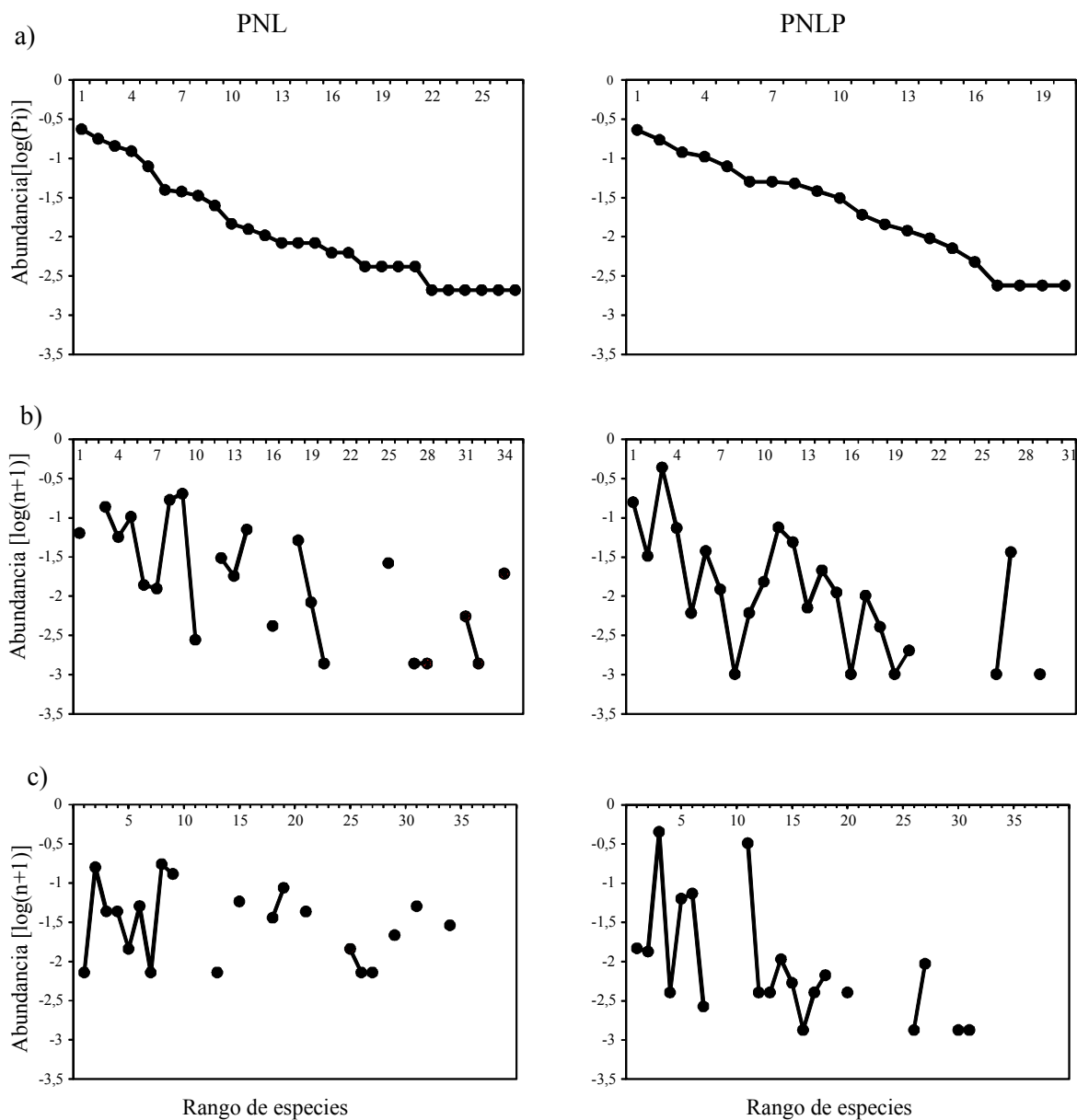


Figura 5.2. Variación de la estructura de las comunidades de dipteros caliptrados sarcosarcosaprófagos a lo largo de un gradiente ambiental. Parque Nacional Lanín (PNL), Parque Nacional Lago Puelo (PNLP). a) Ambiente natural, b) Ambiente semiurbano y c) Ambiente urbano.

Por otro lado, en el ambiente urbano asociado al PNLP, las especies que no se registraron fueron *Microcerella edwardsi*, *Microcerella* sp. y *Helina* sp., mientras que *O.*

aenescens solo se registró para el ambiente urbano. Tanto para el PNL como PNLP, no se registró la presencia de *Lucilia sericata* en el ambiente natural.

La abundancia de caliptrados sarcosarcosaprófagos capturados en el ambiente con grado intermedio de antropización fue mayor comparada a los restantes ambientes (Kruskal Wallis= 10,50; $df=2$; $P < 0,005$) (Fig. 5.3a). La riqueza de especies resultó significativamente mayor en los ambientes semiurbanos y bosque (ANOVA $F= 7,76$; $P < 0,005$) (Fig. 5.3.b).

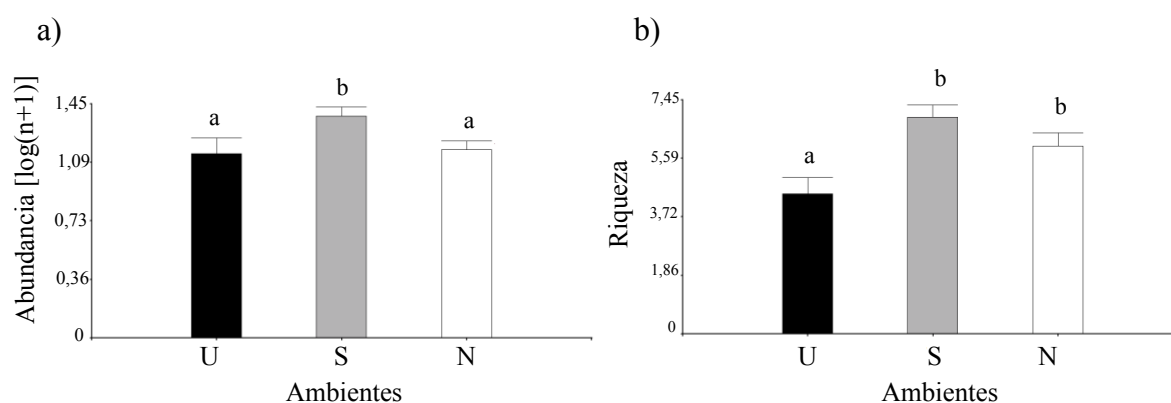


Figura 5.3. a) Abundancia y b) riqueza de dipteros caliptrados sarcosarcosaprófagos presentes ambientes con diferentes grados de antropización (U: urbano, S: semiurbano, N: natural).

La familia Calliphoridae fue significativamente más abundante (Kruskal-Wallis= 17,30; $df=2$; $P < 0,005$) y con mayor riqueza de especies (Kruskal-Wallis= 10,72; $df=2$; $P < 0,005$) en los ambientes semiurbanos y naturales (Fig. 5.4). Contrariamente, la familia Sarcophagidae presentó mayor abundancia (Kruskal-Wallis= 31,53; $df=2$; $P < 0,005$) y riqueza de especies (Kruskal-Wallis= 20,04; $df=2$; $P < 0,005$) en los ambientes semiurbano y urbano (Fig. 5.4).

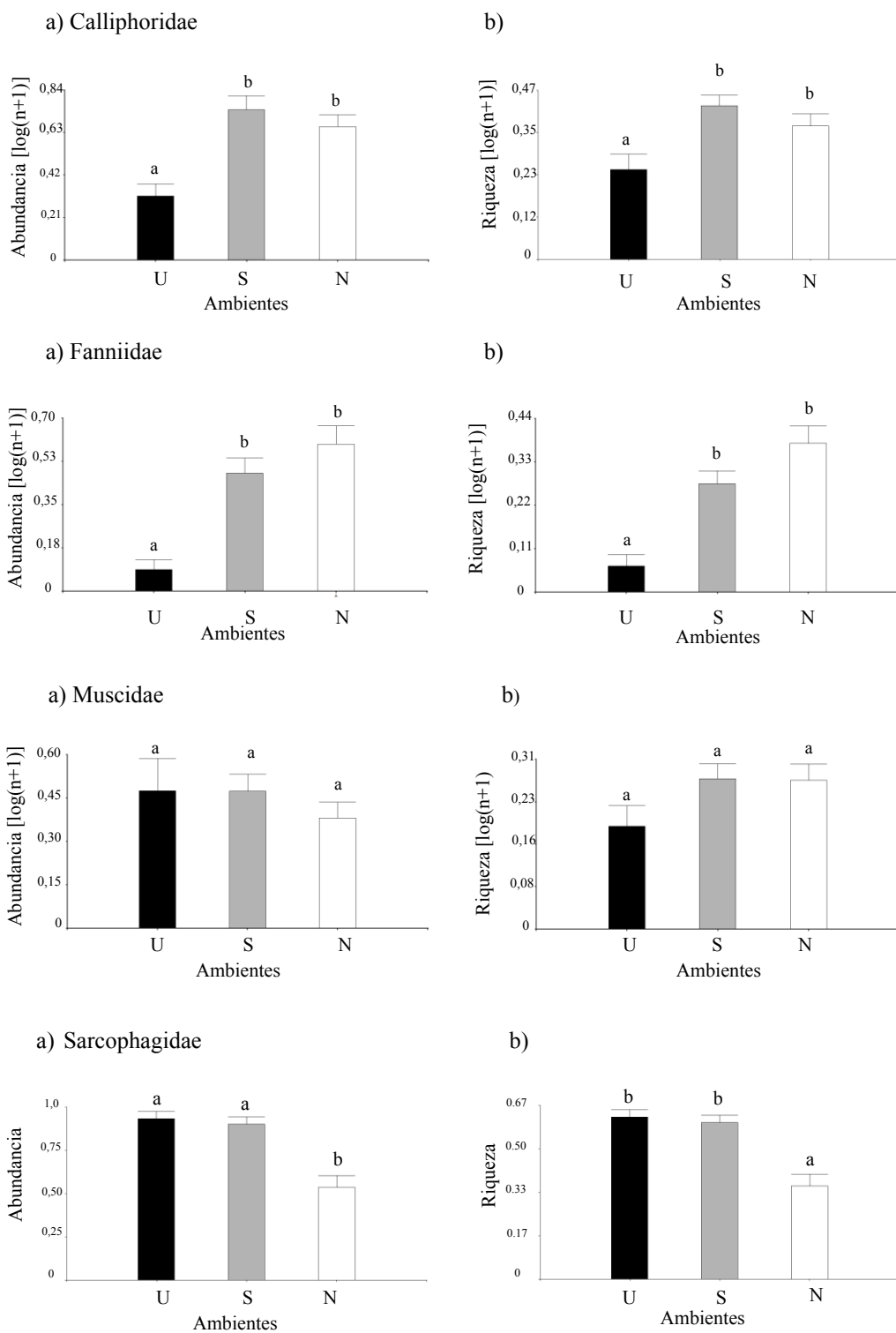


Figura 5.4. Abundancia (a) y riqueza (b) de las familias de dípteros calíptros sarcosarcosaprófagos en tres ambientes diferentes con distinto grado de antropización. (U: urbano; S: semiurbano y N: natural).

La familia Muscidae no presentó diferencias significativas de abundancia y riqueza entre los ambientes (Kruskal-Wallis= 3,49; df=2; $P= 0,141$ y Kruskal-Wallis= 0,98; df=2; $P= 0,59$) respectivamente (Fig. 5.4). Respecto a la familia Fanniidae, presentó mayor abundancia (Kruskal-Wallis= 22,05; df=2; $P < 0,005$) y riqueza (Kruskal-Wallis= 16,89; df=2; $P < 0,005$) tanto en ambientes de grado intermedio de urbanización como en ambientes naturales, en comparación a los urbanos (Fig. 5. 4).

5.9. Preferencia de hábitat de las especies más abundantes

Las especies más abundantes fueron *O. varia* (27,74%), *H. acuta* (12,43%), *S. magellanica* (12,40%) y *F. schnusei* (6,35%).

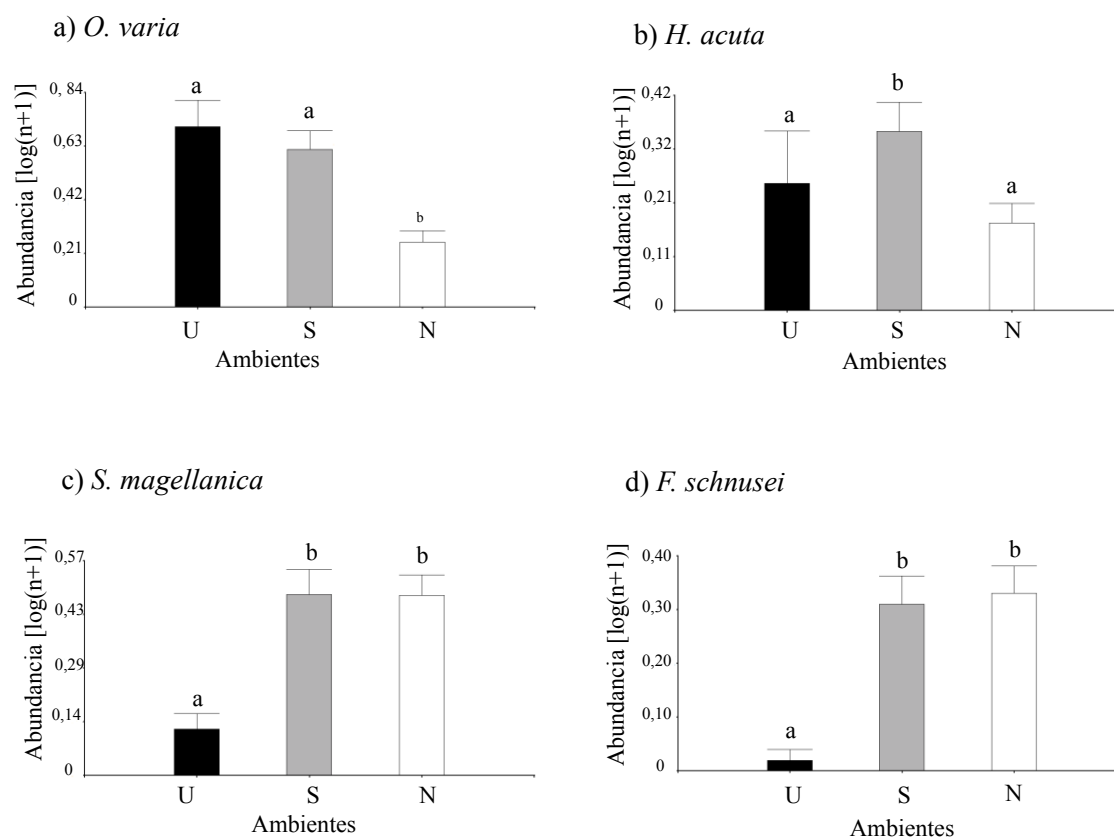


Figura 5.5. Abundancias de *O. varia*, *H. acuta*, *S. magellanica* y *F. schnusei* en tres ambientes con diferente grado de intervención humana. (U: urbano; S: semiurbano y N: natural).

Oxysarcodexyia varia fue la especie con mayor número de capturas durante el muestreo, su mayor abundancia se presentó en los ambientes urbanos y semiurbanos (Kruskal-Wallis =19,27; $df=2$; $P < 0,05$). También exhibió los mayores valores IS (22,83 en PNL y 51,52 para el PNLP). En cuanto a *H. acuta*, esta presentó mayor abundancia en el ambiente semiurbano (Kruskal- Wallis= 6,59; $df=2$; $P < 0,005$). El IS de dicha especie fue notoriamente diferente según el parque nacional, en el PNL mostró independencia de ambientes humanos (IS= -1,54), mientras que el PNLP presentó una mayor preferencia por asentamientos humanos (IS = 31,71). *Sarconesiopsis magellanica* fue más abundante en ambientes semiurbanos y silvestres (Kruskal- Wallis= 16,89; $df=2$; $P < 0,005$), y sus valores de IS reflejan estas preferencias, tanto para el PNL (IS = -0,54), como para el PNLP (IS = -14,40). Finalmente, *F. schnusei* tuvo un comportamiento similar a *S. magellanica*, con preferencia por ambientes semiurbanos y naturales (Kruskal- Wallis=; $df=2$; $P < 0,005$) y el IS de esta especie fue de -6,87 (PNL) y -6,47 (PNLP).

Tabla 5.3. Índices de sinantropía de las especies de dípteros caliptrados sarcosaprófagos del Parque Nacional Lanín (PNL) y del Parque Nacional Lago Puelo (PNLP).

| Especies | PNL | PNLP |
|-------------------------|--------|--------|
| <i>O. varia</i> | 22,83 | 51,52 |
| <i>M. spinigena</i> | 5,85 | 3,66 |
| <i>C. vicina</i> | 4,02 | -14,40 |
| <i>S. magellanica</i> | -0,54 | -14,02 |
| <i>S. chlorogaster</i> | 1,11 | .. |
| <i>L. sericata</i> | 8,43 | 2,70 |
| <i>C. fulvicrura</i> | 2,69 | 1,37 |
| <i>H. acuta</i> | -1,54 | 31,71 |
| <i>P. chalybea</i> | .. | 4,55 |
| <i>Anthomyia sp.</i> | 20,92 | -2,28 |
| <i>F. schnusei</i> | -6,87 | -6,47 |
| <i>F. punctiventris</i> | -2,50 | 0,98 |
| <i>F. sp.</i> | -4,95 | .. |
| <i>F. anthracina</i> | -21,10 | -4,05 |

5.10. Discusión

Las comunidades de dípteros calíptros mostraron un efecto negativo producido por sitios con altos grados de urbanización. Este patrón se reflejó en dos aspectos; por un lado, el área asociada al PNL experimentó pérdida de especies, disminuyendo la riqueza en sitios urbanizados mientras que en el PNLP se observó una comunidad con una marcada dominancia de unas pocas especies, disminuyendo la equitatividad de la comunidad de sarcosaprófagos. Ambos tipos de respuestas de las comunidades frente al proceso de urbanización están documentados en trabajos referidos a diferentes taxa (Blair 2001, Denys & Schmidt 1998, McIntyre 2000, Mackin- Rogalska et al. 1988).

Particularmente en este estudio, la hipótesis planteada fue hallar una menor diversidad y riqueza de especies nativas, y una mayor proporción de especies cosmopolitas o invasoras en los sitios con mayor grado de disturbio urbano. Típicamente este proceso se produce debido a que las especies exóticas tienen más facilidad para el establecimiento en zonas urbanas, por poseer características que le permiten aumentar su capacidad competitiva en el nuevo entorno (Nuorteva 1971, Hwang & Turner 2009). Este efecto se reflejó en los ambientes urbanos, donde se observó menor número de especies nativas e incorporación de especies exóticas, un ejemplo de ello fueron los registros de *L. sericata*, la cual es común en ambientes antropizados (Nuorteva 1963).

El área asociada al PNL presentó cambios más drásticos en la estructuras de las comunidades en el gradiente de urbanización respecto a lo observado en torno al PNLP. Esta diferencia puede deberse a que los sitios de muestreo en el PNL representaron un gradiente de ambientes con mayor diferenciación, respecto al grado de influencia humana, por lo que presentaron comunidades con cambios más marcados que las observables entre los sitios del PNLP. En el PNLP los sitios de muestreo fueron más próximos entre sí, por lo que no se descarta un efecto dado por esta particularidad. En este último caso, las muestras provendrían de áreas con características fisonómicas de vegetación más homogénea.

En este estudio se observó que los caliptrados en general presentaron una mayor abundancia y riqueza en ambientes semiurbanos, lo cual es congruente con la hipótesis del disturbio intermedio. Algunos trabajos realizados en gradientes de urbanización referidos a diferentes taxa, han demostrado que el número de especies exóticas aumenta con el incremento a la cercanía a un centro urbano, mientras que el número de especies nativas disminuye (Blair & Launer 1997, Kowarik 1995). Alternativamente, la hipótesis del disturbio intermedio predice que la diversidad local es máxima a un nivel intermedio de disturbio (Grime 1973, Connell 1978, Huston 1979, Wilkinson 1999). Las perturbaciones intermedias articulan diferentes mecanismos que pueden permitir la coexistencia de muchas especies más de las que existirían en ausencia de perturbaciones (Roxburgh et al. 2004). Estos mecanismos pueden ser fenómenos como dispersión, recolonización y competencia, que pueden resultar en un incremento de la diversidad (Kadmon & Benjamini 2006). Por otro lado, este pico de abundancia puede también estar influenciado porque los sitios semiurbanos se caracterizaron por la presencia de materia fecal de animales domésticos y *O. varia*, que resultó la especie más abundante, se encuentra fuertemente asociada a dicho sustrato, (Mendes & Linhares 2002, Mulieri et al. 2010).

En el ambiente natural se encontró una mayor cantidad de especies raras, lo que indicaría que se trata de un ambiente sin destrucción de hábitat y que permitiría la supervivencia de especies especialistas. Estas especies frecuentemente suelen presentar menores abundancias y exhibir mayor rareza en las evaluaciones e inventarios de diversidad.

La familia Calliphoridae presentó mayor abundancia y riqueza de especies en ambientes semiurbanos y naturales, lo cual fue congruente con trabajos publicados anteriormente (Mariluis et al. 1990, Mariluis & Schnack 1996).

Para la provincia de Buenos Aires, Mulieri et al. (2011) observó que la urbanización es un proceso que influye en las comunidades naturales de Sarcophagidae, observando que la diversidad de especies es menor en áreas urbanas que en los ambientes naturales. En el presente análisis, a diferencia de dicho trabajo, la familia Sarcophagidae presentó mayor abundancia y riqueza de especies en ambientes urbanizados y semiurbanizados. El mismo

resultado que nuestro análisis se observó en un estudio realizado en Brasil (Souza et al. 2011), indicando que las especies intervinientes en estas comunidades pueden estar mejor adaptadas a ambientes urbanos. Estas diferencias se pueden deber a que se trata de comunidades diferentes que pertenecen a áreas geográficas distintas. Otra causa podría residir en que los Sarcophagidae presentan preferencia por ambientes abiertos y soleados (Mulieri et al. 2011). En este estudio y en el trabajo realizado por Souza et al. (2011), los sitios que representaron áreas naturales se caracterizaron por ser ambientes con mayor cobertura arbórea, mientras que los ambientes antropizados presentaron menor cobertura.

La familia Muscidae no exhibió diferencias de abundancia y riqueza de especies por ningún tipo de ambiente. Este resultado global podría expresar la existencia de comunidades compuestas por distintas especies que presentan su máxima abundancia en cada extremo del gradiente. Sin embargo, un estudio realizado para la provincia de Buenos Aires (Patitucci et al. 2013), establece que la mayor riqueza de especies de Muscidae fue en los ambientes con grado intermedio de perturbación.

La familia Fanniidae presentó preferencia por los ambientes semiurbanos y naturales, estos ambientes se caracterizaron por una mayor cobertura arbórea, lo cual es congruente con trabajos previos que establecen a esta familia como típica de ambientes boscosos (Carvalho et al. 2003, Grisales et al. 2012).

A nivel específico, *Oxysarcodexia varia* es una especie que usualmente se encuentra en ambientes abiertos, soleados y con presencia de material fecal (Mendes & Linhares 2002, Mulieri et al. 2010). Esta especie presentó preferencia por ambientes urbanizados a diferencia de otros trabajos, en donde se registró preferentemente en ambientes naturales (Ferreira 1979, Mariluis et al. 2007, Mulieri et al. 2008, Mulieri et al. 2010). La diferencia respecto de los resultados aquí obtenidos, puede deberse a que los lugares donde se realizaron los estudios previos se encontraron inmersos en una matriz representada por una gran ciudad y los ambientes naturales estuvieron representados principalmente por áreas rurales con parches de vegetación boscosa, en donde probablemente era frecuente la presencia de animales domésticos, por lo que la materia fecal de estos constituyó potencialmente un factor que habría afectado positivamente la abundancia de esta especie.

En este estudio, los ambientes abiertos, con mayor incidencia de sol y presencia de animales domésticos, por lo general fueron los sitios de mayor antropización.

Hydrotea acuta es una especie de la que se tiene poca información sobre su biología. En este estudio presentó preferencia por ambientes con grado intermedio de intervención humana. En el trabajo realizado por Figueroa & Linhares (2004) en Valdivia, se observó que esta especie es independiente de los asentamiento humanos con un IS +4 y el mayor porcentaje de captura fue en ambientes rurales. En este trabajo, los índices de sinantropía calculados fueron muy contradictorios en ambos parques. Es difícil estimar cuál es la causa de este comportamiento, debido a que el conocimiento sobre la ecología de esta especie es incipiente.

Sarconesiopsis magellanica es una especie con preferencia por ambientes semiurbanos y naturales. Mariluis & Shnack (1996) en Bariloche, la describen como una especie hemisinantropica, mientras que Figueroa & Linhares (2004) la presentan como una especie con características asinantropicas. En cambio, Baumgartner & Greenberg (1985) en Perú, la describen como eusinantropica (con un IS de +64). Esta última diferencia puede deberse a que son comunidades con ubicación geográfica muy diferente, por lo que las características físicas y ambientales de cada área pueden intervenir de diferentes formas sobre la especie.

Actualmente no existe ningún trabajo en donde se haya estudiado la preferencia de hábitat de *F. schnusei*. Esta especie presentó preferencias por ambientes semiurbanos y naturales. Se observó el mismo comportamiento en los IS calculados en las otras especies de Fanniidae (*F. punctiventris*, *Fannia* sp y *F. anthracina*). Esta característica confirma un comportamiento generalizado de la familia, que se caracteriza por asociarse fuertemente a hábitats boscosos (Carvalho et al. 2003, Grisales et al. 2012).

El conocimiento de la interacción de los dipteros caliptrados con el efecto de la urbanización, nos permite predecir la dinámica de las especies y sus efectos sobre estos ecosistemas. Este es el primer trabajo que abarca diferentes familias de caliptrados en un gradiente de urbanización en los bosques andino patagónicos. A partir de este estudio, se puede establecer que la familia Fanniidae está constituida por especies principalmente

asociadas a bosques y por lo tanto asinántrópicas. Esto nos sugiere que los fannidos son altamente vulnerables a alteraciones causadas en los bosques. Por otro lado, la familia Sarcophagidae, principalmente la especie *O. varia*, nos indica que se encuentra asociada a los ambientes con mayor grado de disturbio antrópico.

CAPITULO 6: Conclusiones Generales

La impresionante diversidad de especies, la compleja red de relaciones que presenta ésta diversidad y, en muchos casos, la limitada accesibilidad a los ambientes amenazados por acción del hombre, hacen emerger al orden Diptera como un desafío tanto para la sistemática, como para los estudios ecológicos que analizan su diversidad y su relación con los patrones ambientales. Esta tesis ha encarado este desafío mediante el estudio del infraorden más diverso de dípteros superiores, las Calyptratae, focalizándose en el análisis de la comunidad de sarcosaprófagos.

Para lograr un inventariado adecuado de especies es crucial poder obtener una muestra que sea representativa de la fauna que se quiere estudiar. Por lo que resulta necesario una evaluación exacta del método de muestreo utilizado. A partir de este estudio se verificó que las diferentes familias de Calyptratae presentes en los bosques templados andino-patagónicos presentan diversas formas de vida. En particular, se observó en relación a Muscidae y Sarcophagidae, que resulta recomendable la utilización de diferentes técnicas de colecta, para que su inventariado sea más efectivo y representativo. Las otras familias como Calliphoridae, Fanniidae y Tachinidae, presentan mayor uniformidad respecto a su biología, por lo que solo se necesitaría la utilización de una sola (o unas pocas) técnicas de muestreo que resulten adecuadas en función de sus hábitos de vida. Puntualmente, en este estudio se estableció que los muestreos con trampa cebada son adecuados para obtener una muestra representativa de especies de caliptrados sarcosaprófagos, especialmente aplicable a estudios de carácter ecológico. Adicionalmente, se observó que el método de captura con red de mano permite obtener un registro más completo de esta fauna. Por lo que ambas técnicas en conjunto resultarían útiles para la confección de un inventario más completo que permite el registro adicional de algunas especies raras.

El conocimiento de las comunidades de Calyptratae en la Patagonia, comenzó a partir de la exploración iniciada en principios del siglo XX financiada por el Museo Británico de Historia Natural, cuyo objetivo fue realizar un relevamiento faunístico de la región. En este punto cabe destacar, que a partir del presente estudio se amplió no solo el

conocimiento taxonómico de las familias de Calyptratae, sino también algunos aspectos básicos de su ecología. Los trabajos ecológicos existentes en la región se restringían a Calliphoridae, y muchos se referían principalmente en estudios comparativos de gradientes urbano-rurales. Esta tesis se constituye como el primer estudio en abordar de manera integrada diferentes aspectos ecológicos de las familias de caliptrados sarcosaprófagos de los bosques andino patagónicos.

En este estudio, se analizó a escala global las comunidades de Calyptratae sarcosaprófagos en diferentes sectores. Los distintos análisis realizados, indicaron que el PNL presentó mayor biodiversidad que el PNLP. Como hipótesis se planteó que esta condición podría deberse a la mayor extensión de PNL y por lo tanto, es probable que allí se pueda hallar una mayor heterogeneidad ambiental, proporcionando una amplia gama de recursos para el desarrollo de diferentes especies, resultando en comunidades más complejas.

La cobertura arbórea y el grado de antropización, resultaron las variables estudiadas que mejor explicaron las variaciones en la composición faunística, por lo que se las analizó específicamente; existiendo en segundo término una diferenciación parcial de los datos siguiendo un gradiente latitudinal. En diferentes análisis multivariados, se reconoció que el sector norte correspondiente al PNL se diferenció de los sectores restantes. El conjunto de especies que dominaron dicha región fueron *Anthomyia* sp., *O. varia* y *C. fulvicrura*, y estas especies se asocian con ambientes abiertos, siendo esta una característica ambiental presente en dicha área, representada principalmente por bosques dispersos de araucarias. Esta observación permite plantear como hipótesis que existe una diferenciación entre las comunidades de caliptrados saprófagos de la provincia Maule (sector norte del PNL) y el bosque Valdiviano (sector sur del PNL y PNLP), de acuerdo a la regionalización biogeográfica de la región Andina realizada por Morrone (2015). Estas diferencias deben testearse en mayor profundidad en estudios subsiguientes.

En líneas generales se analizó la influencia de la cobertura arbórea sobre la composición faunística, y se observó como tendencia que la menor diversidad de especies de caliptrados fue hallada en ambientes abiertos. Esta condición posiblemente se relacione

con la mayor complejidad estructural de vegetación que albergan los ambientes con mayor cobertura, pudiendo brindar mayor cantidad de refugios y recursos a un mayor número de especies de caliptrados.

En relación a lo observado a nivel de familias y de especie, se pudo verificar que Anthomyiidae y Sarcophagidae, se asocian con ambientes con mayor incidencia del sol. En diferentes trabajos se reconoce que los especímenes de Sarcophagidae presentan distintas adaptaciones que les permiten mayor supervivencia en ambientes abiertos (Willmer 1982). Además, también se conoce que los adultos de Sarcophagidae y Anthomyiidae utilizan recursos característicos de ambientes abiertos, como ser el polen de las flores (Brown 2010). En este trabajo se observó un comportamiento inverso para Fanniidae que se caracterizó como una familia típica de ambientes con mayor cobertura arbórea, lo cual pudo corroborarse también a nivel de especies (en los casos de *F. anthracina*, *F. schnusei*).

Por último, se analizó la asociación de dípteros caliptrados en relación al efecto de la urbanización. A partir de este estudio, se concluyó que los ensambles de dípteros caliptrados sarcosaprófagos son muy sensibles a los cambios de hábitat producto de la urbanización, por lo que resultan buenos indicadores ecológicos. También se reconoció que a niveles intermedios de disturbio, la riqueza y abundancia de calypterae sarcosaprófagos es mayor. Las perturbaciones intermedias articulan diferentes mecanismos que pueden permitir la coexistencia de una mayor diversidad respecto de la que se observa en ausencia de perturbaciones (Roxburgh et al. 2004). Paralelamente se verificó la existencia de especies que resultarían buenas como indicadoras de disturbio antrópico.

Entre los principales aportes de esta tesis además de contribuir con un registro más acabado de las especies de Calypterae sarcosaprófagos representativas de la región, se amplió significativamente la información sobre la biología de éstos dípteros. Dicha información constituirá un recurso básico y estratégico que contribuirá con el desarrollo de herramientas periciales en el marco de la entomología forense y sanitaria. Por otro lado, conocer el comportamiento ecológico de las especies más sensibles a los disturbios antrópicos, permite realizar una evaluación adecuada, conociendo el estado de conservación

de los bosques andino patagónicos y arribar a conclusiones descriptivas sobre el impacto humano en el ambiente, contribuyendo a establecer estrategias adecuadas de conservación.

BIBLIOGRAFÍA

Aballay, F. H., F. Fernandez Campón, P. R. Mulieri & S. V. Urquiza. 2011. Sarcophagidae (Diptera) de importancia forense en la puna de Catamarca, Argentina: la ovoviviparidad como ventaja en condiciones de extrema aridez. *Revista de la Sociedad de Entomología Argentina* 70: 255– 266.

Albuquerque, D. de O. 1949. Sôbre um novo gênero neotrópico de “*Anthomyinae*” (Diptera, Muscidae). *Revista Brasileira de Biologia* 9: 419–423.

Albuquerque, D. de O. 1959 a. Contribuição ao conhecimento de *Hylemyoides* [sic] Albuquerque, 1949, com descrição de duas espécies novas (Diptera–Muscidae). *Boletim do Museu Nacional* 194: 1–12.

Albuquerque, D. de O. 1959 b. Contribuição ao conhecimento de *Pegomyia* R.-D., 1830 e *Hylemyia* (Craspedochaeta) Macquart, 1850, na America do Sul, com descrições de espécies novas (Diptera-Muscidae). *Boletim Museu Nacional* 210: 12–50.

Albuquerque, D. de O. & M. S. Couri. 1979. Sobre *Emmesomyia* Malloch, 1917 e *Taeniomyia* Stein, 1918 com descrição de uma espécie nova (Diptera, Anthomyiidae). *Revista Brasileira de Biologia* 39: 493–498.

Albuquerque, D. de O., D. Pamplona & C. J. B. de Carvalho. 1981. Contribuição ao conhecimento dos *Fannia* R.-D., 1830 da região neotropical (Diptera, Fanniidae). *Arquivos do Museu Nacional Rio de Janeiro* 56: 9–34.

Aragón, R. & J. M. Morales. 2003. Species composition and invasion in NW Argentinian secondary forests: Effects of land use history, environment and landscape. *Journal Of Vegetation Science* 14: 195-204.

Anderson, G. S. 2001. Insect Succession on Carrion and its Relationships to Determining Time of Death. En: Byrd, J. H. & J. L. Castner (eds.), *Forensic Entomology. The Utility of Arthropods in Legal Investigations*, CRC Press, pp: 143–176.

- Aragón, E. E., A. Garza & F. A. Cervantes. 2009. Structure and organization of rodent assembles of a forest of the Sierra Madre Occidental, Durango, Mexico. *Revista Chilena de Historia Natural* 82: 523–542.
- Arnaldos, I., R. Elena, M. D. Garcia & L. Aurelio. 2001. An initial study on the succession of sarcosaprophagous Diptera (Insecta) on carrion in the southeastern Iberian península. *International Journal of Legal Medicine* 114: 156 –162.
- Armesto, J., P. León-Lobos & M. K. Arroyo. 1996. Los bosques templados del sur de Chile y Argentina: una isla biogeográfica. *En*: Armesto, J., C. Villagrán & M. K. Arroyo (eds.), *Ecología de los bosques nativos de Chile*. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 23–28.
- Battán Horenstein, M., B. Rosso & D. Garcia. 2011. Seasonal structure and dynamics of sarcosaprophagous fauna on pig carrion in a rural area of Cordoba (Argentina): Their importance in forensic Science. *Forensic Science International* 217:146–156.
- Baumgartner, D. L. & B. Greenberg. 1984. The genus *Chrysomya* (Diptera: Calliphoridae) in the New World. *Journal of Medical Entomology* 21: 105–113.
- Baumgartner, D. L. & B. Greenberg. 1985. Distribution and medical ecology of the blow flies (Diptera: Calliphoridae) of Peru. *Annals of the Entomological Society of America* 78: 565– 587.
- Begon, M., J. L. Harper & C. R. Townsend. 1990. *Ecology: Individuals, populations, and communities*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Bernasconi, M. V., C. Valsangiacomo, J. C. Piffaretti & P. I Ward. 2000. Phylogenetic relationships among Muscoidea (Diptera: Calyptratae) based on mitochondrial DNA sequences. *Insect Molecular Biology* 9: 67–74.
- Blair, R. B. & A. E. Launer. 1997. Butterfly diversity and human land use: species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation* 80: 113–125.

- Blair, R. B. 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: Is urbanization creating a homogeneous fauna? *En: Biotic homogenization*. Springer US, pp: 33–56.
- Blanchard, E. E. 1935. Contribución al estudio de los Sarcófágidos argentinos. *Phycis* 11: 791–856.
- Blanchard, E. E. 1937. Dípteros Argentinos nuevos o poco conocidos. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 9: 35–39.
- Blanchard, E. E. 1938. Descripciones y anotaciones de dípteros argentinos. *Sociedad Científica Argentina* 126: 345–386.
- Blanchard, E. E. 1939. Los sarcófágidos argentinos, contribución a su conocimiento. *Physis* 17: 791–856.
- Blanchard, E. E. 1942 a. Los sarcófágidos argentinos, segunda contribución a su conocimiento. *Physis* 19: 133–172.
- Blanchard, E. E. 1942 b. Parásitos de *Alabama argillacea* Hbn. en la República Argentina. Estudio preliminar. *Sociedad Científica Argentina* 134: 54–63.
- Blanchard, E. E. 1942 c. Nuevos dípteros e himenópteros de la República Argentina. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 11: 340–379.
- Blanchard, E. E. 1954. *Lopesimyia*, un nuevo género de sarcófágido argentino (Diptera). *Neotropica* 1: 9–12.
- Blanchard, E. E. 1955. Nuevos sarcófágidos argentinos (Diptera). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 18: 27–34.
- Blanchard, E. E. 1966. Dípteros parásitos de scarabaeoideos argentinos. *Revista de Investigación Agropecuaria* 3: 175–229.
- Braack, L. 1987. Community dynamics of carrion-attendant arthropods in tropical African woodland. *Oecologia* 72: 402–409.

- Brèthes, J. 1900. *Sarcophaga caridei*, una nueva mosca langosticida. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires 6: 297– 301.
- Brèthes, J. 1912. Sobre la *Brachycoma acridiorum* (Weyenb.) (*Nemorea acridiorum* Weyenb.). Anales del Museo Nacional de Buenos Aires 22: 441– 446.
- Brèthes, J. 1916. Descripción de una nueva mosca langosticida. Anales del Museo Nacional de Buenos Aires 28: 141– 144.
- Brèthes, J. 1920. Insectos útiles y dañinos de Rio Grande do Sul y de la Plata. Anales de la Sociedad Rural Argentina 2: 73– 74.
- Brèthes, J. 1928. A propósito de *Masarygus* Brèthes y de *Sarcophaga caridei* Brèthes. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 2: 73– 74.
- Brower, J. E. & J. H. Zar. 1984. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Dubuque, Iowa.
- Brown, B. V. 2005. Malaise Trap Catches and the Crisis in Neotropical Dipterology American Entomologist 51: 180–183
- Brown, B. V., A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley & M. A. Zumbado. 2009. Manual of Central American Diptera: Volume 1. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canadá.
- Burkart, R., L. Del V. Ruiz, C. Daniele, C. Natenzon, F. Ardura, A. Balabusic & P. Cichero. 1994. El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de la Argentina. Diagnóstico de su Patrimonio Natural y su Desarrollo Institucional, Administración de Parques Nacionales, Buenos Aires.
- Cabrera, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica 14: 1–2.
- Cagnolo, L., S. I. Molina & G. R. Valladares. 2002. Diversity and guild structure of insect assemblages under grazing and exclusion regimes in a montane grassland from Central Argentina. Biodiversity and Conservation 11: 407–420.

- Camacho, G. C. 2005. Sucesión de la entomofauna cadavérica y ciclo vital de *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae) como primera especie colonizadora, utilizando cerdo blanco (*Sus scrofa*) en Bogotá. *Revista Colombiana de Entomología* 31: 189– 197.
- Carvalho, C. J. B. de (ed.). 2002. Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region: taxonomy. Editora Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil.
- Carvalho, C. J. B., A. C. Pont, M. S. Couri & D. M. Pamplona. 2003. A catalogue of the Fanniidae (Diptera) of the Neotropical Region. *Zootaxa* 219: 1– 32.
- Carvalho, C. J. B., M. S. Couri, A. C. Pont, D. Pamplona & S. M. Lopes. 2005. A Catalog of the Muscidae (Diptera) of the Neotropical Region. *Zootaxa* 860: 1– 282.
- Centeno, N., M. Maldonado & A. Oliva. 2002. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires Province (Argentina). *Forensic Science International* 126: 63– 70.
- Centeno N., D. Almorza & C. Arnillas. 2004. A Study of Diversity on Calliphoridae (Insecta: Diptera) in Hudson, Argentina. *Neotropical Entomology* 33: 387– 390.
- Chapman, R. F. & J. H. P. Sankey. 1955. The larger invertebrate fauna of three rabbit carcasses. *Journal of Animal Ecology* 24: 395– 402.
- Chillcott, J. G. 1961. A revision of the Nearctic species of Fanniinae (Diptera: Muscidae). *Canadian Entomologist* 93:1– 295.
- Clarke, K. R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18: 117– 143.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. *Science* 199: 1302– 1310.
- Conservation International. 2008. Biodiversity Hotspots. Available from <http://www.biodiversityhotspots.org/Pages/default.aspx> (accessed 8 October 2008).

- Couri, M. S. 1979. Sobre o gênero *Phaonantho* Albuquerque, 1957 com descrição de uma espécie nova e notas sinonímicas (Diptera, Anthomyiidae). *Revista Brasileira Biologia* 39: 525– 528.
- Couri, M. S. 2004. Two new species of *Fannia* Robineau–Desvoidy (Diptera, Fanniidae). *Brazilian Journal of Biology* 64: 767– 770.
- Couri, M. S. & E. Winagraski. 2005. New *Fannia* Robineau–Desvoidy from Amazonas, Brazil and new geographical record (Diptera, Fanniidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 22: 645– 647.
- Corlett, R. T. 2000. Environmental heterogeneity and species survival in degraded tropical landscapes. *En: Hutchings, M. J., E. A. John, A. J. A. Stewart (eds) The ecological consequences of environmental heterogeneity. Londres, British Ecological Society, pp: 333–355.*
- Czech B, P. R. Krausman & P. K. Devers. 2000. Economic associations among causes of species endangerment in the United States. *BioScience* 50: 593–601.
- Dahlem, G. A. & R. F. C. Naczi. 2006. Flesh flies (Diptera: Sarcophagidae) associated with North American pitcher plants (Sarraceniaceae), with descriptions of three new species. *Annals of the Entomological Society of America* 99: 218– 240.
- D'Almeida, J. M. 1986. Substratos utilizados para a criação de dípteros calíptros em uma área rural do Estado do Rio de Janeiro. *Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro* 9: 13– 22.
- D'Almeida, J. M. 1989. Substratos utilizados para a criação de dípteros calíptros no jardim zoológico do Rio de Janeiro (Rio-Zoo). *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 84: 257– 264.
- D'Almeida, J. M. 1993. Capture of calyptrate flies with different breeding substrates on beaches in Rio de Janeiro, RJ, Brazil. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 88: 215– 220.
- D'Almeida, J. M. 1994. Ovipositional Substrate Used by Calyptrate Diptera in Tijuana Forest, Rio de Janeiro. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 89: 261– 264.

- D'Almeida, J. M., C. Borges & C. A. Goncalves. 1999. Desenvolvimento Pós embrionário de *Ophyra aenescens* (Wiedemann, 1830) (Diptera: Muscidae) em Diferentes Dietas, sob Condições de Laboratório. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz 94: 123– 126.
- Davies, L. 1999. Seasonal and spatial changes in blowfly production from small and large carcasses at Durham in lowland northeast England. Medical and Veterinary Entomology 13: 245– 251.
- De Arriba, A. V. & S. R. Costamanga. 2006. Desarrollo post-embrionario de *Microcerella acrydiorum* (Diptera: Sarcophagidae) bajo condiciones de laboratorio. Revista de la Sociedad Entomologica Argentina 65: 55– 61.
- Denys, C., & H. Schmidt. 1998. Insect communities on experimental mugwort (*Artemisia vulgaris* L.) plots along an urban gradient. Oecologia 113: 269– 277.
- Dilling, C., P. Lambdin, J. Grant & L. Buck. 2007. Insect Guild Structure Associated with Eastern hemlock in the Southern Appalachians. Environmental Entomology 36: 1408– 1414.
- Di Rienzo, J. A., F. Casanoves, M. G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada & C. W. Robledo. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dominguez, M. C. 2007. Taxonomic revision of southern South America *Fannia* R.-D. Papéis Avulsos de Zoologia 47: 289 – 347.
- Domínguez, M. C. & F. Aballay. 2008. A new species of the genus *Fannia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Fanniidae) collected on pig carrion in Mendoza, Argentina. Annales Zoologici 58: 819 – 824.
- Dominguez M. C. & S. A. Roig- juñet. 2008. A phylogeny of the family Fanniidae Schnabl (Insecta: Diptera: Calyptratae) based on adult morphological characters, with special reference to the Austral species of the genus *Fannia*. Invertebrate Systematics 22: 563– 587.

Dominguez M. C. & S. A. Roig. 2011. Historical biogeographic analysis of the family Fanniidae (Diptera: Calyptratae), with special reference to the austral species of the genus *Fannia* (Diptera: Fanniidae) using dispersal-vicariance analysis. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 65 – 82.

Dufek, M. I., E. B. Oscherov, M. P. Damborsky & P. R. Mulieri. 2016. Assessment of the Abundance and Diversity of Calliphoridae and Sarcophagidae (Diptera) in Sites With Different Degrees of Human Impact in the Iberá Wetlands (Argentina). *Journal of medical entomology* 53: 827 – 835.

Dymock, J. J. & S. A. Forgie. 1993. Habitat preferences and carcass colonization by sheep blowflies in the northern North Island of New Zealand. *Medical and Veterinary Entomology* 7: 155– 60.

Edwards, F. W. 1929. Introduction, pp 7–14. Alexander, CP *Diptera of Patagonia and South Chile*. Part, 1.

Eggleton, P., & B. Belshaw. 1992. Insect parasitoids: an evolutionary overview. *Transactions of the Entomological Society of London* 7: 1–20.

Esposito, M. C., J. R. P. Sousa & F. S. Carvalho-Filho. 2009. Diversidade de Calliphoridae (Insecta: Diptera) em ambientes de matas e próximos de habitações da Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn), Melgaço/PA, e da cidade de Portel/PA, pp. 461–469. En: P. L. B. Lisboa (ed.), *Caxiuanã: desafios para a conservação de uma Floresta Nacional na Amazônia*. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Brazil.

Evenhius, N. L. 2007. Family Anthomyiidae. Honolulu (HI): Bishop Museum; Available from: <http://hbs.bishopmuseum.org/aocat/anthomyiidae.html> (accessed 20th 2010 September).

Evenhuis, N. L., T. Pape, A. C. Pont & F. C. Thompson (eds). 2007. *BioSystematics Database of World Diptera*, Version 9.5.<http://www.diptera.org/biosys.htm>.

Feeley, K. 2003. Analysis of avian communities in Lake Guri, Venezuela, using multiple assembly rule models. *Oecologia*. 137: 104–113.

- Figueroa-Roa, L. & A. X. Linhares. 2002. Synanthropy of the Calliphoridae (Diptera) from Valdivia, Chile. *Neotropical Entomology* 31: 233–239.
- Figueroa- Roa, L. & X. A. Linhares. 2004. Synanthropy of Muscidae (Diptera) in the City of Valdivia, Chile. *Neotropical Entomology* 33: 647–651.
- Fleiss, J. L. 1981. Statistical methods for rates and proportions. John Wiley & Sons.
- Forman, R. & M. Godron. 1986. Landscape Ecology. John Wiley & Sons, New York.
- González-Salazar, C., E. Martínez-Meyer & G. López-Santiago. 2014. A hierarchical classification of trophic guilds for North American birds and mammals. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85: 931–941.
- Gotelli, N. J. & R. K. Colwell. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379–391.
- Graczyk, T. K., R. Knight, R. H. Gilman & M. R. Cranfield. 2001. The role of non-biting flies in the epidemiology of human infectious diseases. *Microbes and Infections* 3: 231–235.
- Grassberger, M. & C. Reiter. 2002. Effect of temperature on development of *Liopygia* (= *Sarcophaga*) *argyrostoma* (Robineau- Desvoidy) (Diptera: Sarcophagidae) and its forensic implications. *Journal of Forensic Sciences* 47: 1332–1336.
- Greenberg, B. 1971. Flies and Diseases, volumen 1: Ecology, classification and biotic associations. Princeton Univ. Press. 856 pp.
- Griffiths G. C. D. 1972. The Phylogenetic Classification of Diptera Cyclorrhapha, with Special Reference to the Structure of the Male Postabdomen, Series Entomologica 8 (W. Junk, The Hague).
- Grime, J. P. 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242: 344–347.
- Grimm, N. B., M. Grove, S. T. A. Pickett & C. Redman. 2000. Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems. *BioScience* 50: 571–584.

- Grisales, D., M. Wolff & C. J. B. de Carvalho. 2012. Neotropical Fanniidae (Insecta: Diptera): new species of Euryomma Stein from Colombia. *Journal of Natural History* 46: 803–829.
- Guimaraes, J. H. 1977. A systematic revision of the Mesembrinellidae, stat. nov. (Diptera, Cyclorrhapha). *Arquivos de Zoologia* 29: 1–109.
- Haddad N. M., D. Tilman, J. Haarstad, M. Ritchie & J. M. H. Knops. 2001. Contrasting effects of plant richness and composition on insect communities: a field experiment. *The American Naturalist* 158: 17– 35.
- Hall, D. G. 1937. New muscoid flies (Diptera) in the United States National Museum. *Proceedings of the United States National Museum* 84: 201– 216.
- Hammer, O., D. Harper & P. Ryan. 2001. PAST: paleontological statistics software for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*.
- Hanski, I.. 1987 a. Nutritional ecology of dung-and carrion-feeding insects. Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates 837– 884. *En*: F. Slansky & J. G. Rodriguez (eds.), *Nutritional ecology of insects, mites, spiders, and related invertebrates*. JohnWiley & Sons, USA.
- Hanski, I. L. K. 1987 b. Carrion fly community dynamics: patchiness, seasonality and coexistence. *Ecological Entomology* 12: 257–266.
- Hartley, D. J., M. J. Koivula, J. R. Spence, R. Pelletier & G. E. Ball. 2007. Effects of urbanization on ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) of grassland habitats in western Canada. *Ecography* 30: 673–684.
- Hennig, W. 1965. Vorarbeiten zu einem phylogenetischen system der Muscidae (Diptera: Cyclorrhapha). *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde* 141: 1–100.
- Hennig, W. 1973. Diptera (Zweiflügler), pp. 337. *En*: J. G. Helmcke, D. Starck, & H. Wermuth (eds.), *Handbuchder Zoologie* 4. Walter de Gruyter, Berlin, Germany.

- Hernandez, M. C. 1989 a. Dipteros coprófagos: *Neurotrixa felsina* (Walker) (Diptera, Muscidae). Descripción de estadios larvales. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 47: 95–99.
- Hernandez, M. C. 1989 b. Dipteros coprófagos: *Oxysarcodexia varia* (Walker) (Diptera, Sarcophagidae). Descripción de estadios larvales. Revista de la Sociedad Entomologica Argentina 46: 141–145.
- Holloway, B. A. 1984. Larvae of New Zealand Fanniidae (Diptera: Calyptrata). New Zealand Journal of Zoology 11: 239–258.
- Hövmeyer, K. 1999. Diversity patterns in terrestrial dipteran communities. Journal of Animal Ecology. 68: 400–416.
- Huckett, H. C. 1987. Anthomyiidae. Manual of Nearctic Diptera 2: 1099–1114.
- Huckett, H. C. & J. R. Vockeroth. 1987. Muscidae. En: McAlpine, J. F., B. V. Peterson, B. G. E. Shewell, H. J. Teskey, J. R. Vockeroth & D. M. Wood (eds.), Manual of Nearctic Diptera. Agricultura Canada Monograph, n. 28. Research Branch, Ottawa, volumen 2, pp. 1115–1132.
- Huston, M. 1979. A general hypothesis of species diversity. The American Naturalist 113: 81–101.
- Hwang, C. & B. D. Turner. 2005. Spatial and temporal variability of necrophagous Diptera from urban to rural areas. Medical and Veterinary Entomology 19: 379–391.
- Isiche, J., J. E. Hillerton & F. Nowell. 1992. Colonization of mouse cadaver by flies in southern England. Medical and Veterinary Entomology 6: 168–170.
- James, M. T. & N. Papavero. 1970. A catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States. Family Calliphoridae. Museo de Zoología de la Universidad de São Paulo 102: 1–28.
- Jenkins, M. 2003. Prospects for biodiversity. Science 302: 1175–1177.

- Jerez, V. 2005. Patrones de diversidad de Chrysomelidae (Insecta, Coleoptera) en la Cordillera de la Costa de Chile central y sur. *En*: Smith-Ramírez, C., J. J. Armesto & C. Valdovinos (eds.), Historia, biodiversidad y ecología de los bosques costeros de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, pp. 340–351.
- Jiron, L. F. & V. M. Cartín. 1981. Insect Succession in the Decomposition of a mammal in Costa Rica. *Journal of The New York Entomological Society* 89: 158–165.
- Kadmon, R. & Y. Benjamini. 2006. Effects of productivity and disturbance on species richness: a neutral model. *The American Naturalist* 167: 939–946.
- Kitching R. L., D. Bickel & S. Boulter. 2005. Guild analyses of Dipteran assemblages: a rationale and investigation of seasonality and stratification in selected rainforest faunas, pp. 388–415. *En*: Yeates, D. K., B. M. Wiegmann (eds.) *The evolutionary biology of flies*. Columbia University Press, New York.
- Knops, J. M. H., N. M. Tilman, N. M. Haddad, S. Naeem, C. E. Michell, J. Haarstad, M. E. Ritchie, K. M. Howe, P. B. Reich, E. Sieman & J. Groth . 1999. Effects of plant species richness on invasión dynamics, disease outbreaks, insect abundances and diversity. *Ecology Letters* 2: 286– 293.
- Kowarik, I. 1995. On the role of alien species in urban flora and vegetation *En*: Pysek, P, K. Prach, M. Rejmánek, P. M. Wade, (eds.) *Plant Invasions— General Aspects and Special Problems*. Amsterdam (Netherlands): SPB Academic.
- Krebs, C. J. 1978. *The experimental analysis of distribution and abundance*. Harper and Row, Nueva York.
- Kuris, A. M. 1974. Trophic interactions: similarities of parasitic castrators to parasitoids. *The Quarterly Review of Biology* 49: 129–147.
- Kutty, S. N., M. V. Bernasconi, F. Sifner & R. Meier. 2007. Sensitivity analysis, molecular systematics and natural history evolution of Scathophagidae (Diptera: Cyclorrhapha: Calyptratae). *Cladistics* 21: 258– 271.

- Kutty, N. S., T. Pape, B. M. Wiegmann & R. Meier. 2010. Molecular phylogeny of the Calyptratae (Diptera: Cyclorrhapha) with an emphasis on the superfamily Oestroidea and the position of Mystacinobiidae and McAlpine's fly. *Systematic Entomology* 35: 614 – 635.
- Lahille, F. 1907. La langosta y sus moscas parasitarias. *Anales del Ministerio de Agricultura (Argentina)* 3: 1–136.
- Linhares, A. X. 1981. Synantropy of Muscidae, Fanniidae and Anthomyiidae (Diptera) in the city of Campinas, São Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 25: 231–243.
- Lopes, H. S. 1973. Contribution to the knowledge of the genus *Tricharaea* Thomson, 1869. (Diptera, Sarcophagidae). *Revista Brasileira de Biologia* 33: 143–152.
- Lopes, S. M. 1985. Descrição da fêmea de *Arthurella nudiseta* Albuquerque, 1954 (Diptera-Muscidae- Cyrtoneurinae) coletada em Agaricaceae (Fungi). *Revista Brasileira de Biologia* 44: 335– 337.
- Luniak, M. 1994. The development of bird communities in new housing estates in Warsaw. *Memorabilia Zoologica* 49: 257–267.
- Mackin-Rogalska, R, J. Pinowski, J. Solon & Z. Wojcik. 1988. Changes in vegetation, avifauna, and small mammals in a suburban habitat. *Polish Ecological Studies* 14: 293–330.
- Magurran, A. E. 1988. Why diversity?. *En: Ecological diversity and its measurement* Springer Netherlands. pp: 1–5.
- Magurran, A. 2004. *Mensuring biological diversity*. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts.
- Malloch, J. R. 1934. Muscidae. *En: Diptera of Patagonia and South Chile*, London.7: 171– 346.
- Mariluis, J. C. 1982. Contribución al conocimiento de los Calliphoridae de Argentina (Insecta, Diptera). *Opera Lilloana* 33: 1– 58.

- Mariluis, J. C. & S. V. Peris. 1984. Datos para una sinopsis de los Calliphoridae Neotropicales (Insecta, Diptera). Eos 60: 67– 86.
- Mariluis, J. C. & J. A. Schnack. 1985. Ecology of Calliphoridae from the “Area Platense”, Buenos Aires, Argentina. ECOSUR. 12: 81– 91.
- Mariluis J. C. & J. A. Schnack. 1986. Ecología de una taxocenosis de Calliphoridae del area Platense (Provincia de Buenos Aires) (Insecta, Diptera). Ecosur. 12: 81– 91.
- Mariluis, J. C., M. C. Lagar & E. J. Bellegarde. 1989. Diseminación de enteroparasitos por Calliphoridae (Insecta, Diptera). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro, 84: 349– 351.
- Mariluis J. C. & J. A. Schnack. 1989. Ecology of the blow of eusynanthropic habitat near Buenos Aires (Diptera, Calliphoridae). Eos 65: 93– 101.
- Mariluis, J. C., J. A. Schnack, J. Muzón & G. R. Spinelli. 1990. Moscas Calliphoridae y Mesembrinellidae de Puerto Iguazú. Composición específica y ecología (Insecta, Diptera). Graellsia 46: 7– 18.
- Mariluis, J. C., Schnack, J. A., Cerverizzo, I. & C. Quintana. 1994. *Cochliomyia hominivorax* (Coquerel, 1858) and *Phaenicia sericata* (Meigen, 1826) parasiting domestic animals in Buenos Aires and vicinities (Diptera, Calliphoridae). Memorias do Instituto Oswaldo Cruz 89: 139– 139.
- Mariluis, J. C. & J. A. Schnack. 1996. Elenco específico y aspectos ecológicos de Calliphoridae (Insecta, Diptera) de San Carlos de Bariloche, Argentina. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural 92: 203– 213.
- Mariluis, J. C., J. A. Schnack, G. Spinelli & J. Muzón. 1999. Calliphoridae (Diptera) de la Subregión Andino-Patagónica. Composición específica y abundancia relativa. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural 95: 77– 85.

- Mariluis, J. C. & J. A. Schnack. 2002. Calliphoridae de la Argentina. Sistemática, ecología e importancia sanitaria (Diptera, Insecta). En: Salomón, O. S. (ed.), Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina, Fundación Mundo Sano, Buenos Aires, pp. 23–37.
- Mariluis, J. C. 2002 a. Redescription of the female of *Microcerella chilensis* (Hall, 1937) (Diptera: Sarcophagidae). Revista de la Sociedad Entomologica Argentina 61: 43– 4.
- Mariluis, J. C. 2002 b. A new species and new records of *Microcerella* Macquart (Diptera: Sarcophagidae) from Argentinean Patagonia. Proceedings of the Entomological Society of Washington 104: 91–96.
- Mariluis, J. C. & P. R. Mulieri, P. 2003. The distribution of the Calliphoridae in Argentina (Diptera). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 62: 81–106.
- Mariluis, J. C. 2004 b. *Microcerella* (Diptera: Sarcophagidae) from Argentinean Patagonia: New records and new species. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 63: 41–44.
- Mariluis, J. C. 2005. Redescription of the female of *Microcerella acrydiorum* (Diptera: Sarcophagidae) and new records from Argentina. Revista de la Sociedad Entomologica Argentina. 64: 17 – 22.
- Mariluis J. C. & R. P. Mulieri. 2005. Calliphoridae, pp 97-100. En: Salomon, O. S. (Editor). Actualizaciones en Artropodología Sanitaria Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- Mariluis, J. C. 2006. Description of a new species of *Microcerella* (Diptera: Sarcophagidae) from Argentinean Patagonia. Zootaxa 1124: 47–53.
- Mariluis, J. C., J. A. Schnack, P. R. Mulieri & J. P. Torretta. 2007. The Sarcophagidae (Diptera) of the Coastline of Buenos Aires City, Argentina. Journal of the Kansas Entomological Society 80: 243–251.
- Mariluis, J. C., J. A. Schnack, P. R. Mulieri & L. D. Patitucci. 2008. Calliphoridae (Diptera) from wild, suburban, and urban sites at three Southeast Patagonian localities. Revista de la Sociedad Entomologica Argentina 67:1– 2.

- Marshall, S. A. 2012. Flies. The natural history and diversity of Diptera. Firefly, Ontario, Canada.
- Martikainen, P. & J. Kouki. 2003. Sampling the rarest: threatened beetles in boreal forest biodiversity inventories. *Biodiversity and Conservation* 12: 1815–1831.
- Marzluff J. M. 2001. Worldwide urbanization and its effects on birds. *En: Marzluff J. M, R. Bowman, R. Donnelly, (eds.) Avian Ecology in an Urbanizing World. Norwell (MA): Kluwer. pp. 19–47.*
- McIntyre, N. E., K. Knowles-Yáñez & D. Hope. 2000. Urban ecology as an interdisciplinary field: Differences in the use of urban between the social and natural sciences. *Urban Ecosystems* 4: 5–24.
- Mckinnerney, M. 1978. Carrion communities in the northern Chihuahuan desert. *Southwestern. Nature* 23: 563–576.
- McKinney, M. L. 2002. Urbanization, biodiversity and conservation. *BioScience* 52: 883–890.
- McKinney, M. L. 2006. Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological Conservation* 127: 247–260.
- Medley, K. E., M. J. McDonnell & S. T. A. Pickett. 1995. Forest-landscape structure along an urban-to-rural gradient. *Professional Geographer* 47: 159–168.
- Mendes, J. & A. X. Linhares. 2002. Cattle dung Breeding Diptera in Pastures in southeastern Brazil: Diversity, Abundance and Seasonality. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 37–41.
- Mermoz, M., E. Ramilo, C. Chehebar, C. Martín & S. Caracotche. 1997. Parque Nacional Lanín: caracterización ecológica, recursos culturales y estado de conservación. En *Plan Preliminar de Manejo del Parque Nacional Lanín. Administración de Parques Nacionales. Bariloche, pp. 27.*

- Michelsen, V. 1991. Revision of the aberrant New World genus *Coenosopsia* (Diptera: Anthomyiidae), with a discussion of anthomyiid relationships. *Systematic Entomology* 16: 85–104.
- Michelsen, V. 2010. Anthomyiidae, pp. 1271– 1276. *En*: Brian, V., A. Brown, J. M. Borkent, D. M. Cumming, N. E. Wood, Woodley & M. Zumbado, (eds.), *Manual of Central American Diptera*, vol. 2. NRC Research Press, Ottawa, Ontario.
- Miller, J. R. & R. J. Hobbs. 2002. Conservation where people live and work. *Conservation Biology* 16: 330–337.
- Miller, J. R., J. A. Wiens, N. T. Hobbs & D. M. Theobald. 2003. Effects of human settlement on bird communities in lowland riparian areas of Colorado (USA). *Ecological Applications* 13: 1041– 1059.
- Moretti, T. C., S. M. Allegretti, C. A. Mello- Patiu, A. M. Tongnolo, O. B. Ribeiro & D. R. Solis. 2009. Occurrence of *Microcerella halli* (Engel) (Diptera, Sarcophagidae) in snake carrion in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Entomologia* 53: 318– 320.
- Moura, M. O. 2004. Variação espacial como mecanismo promotor da coexistência em comunidades de insetos necrófagos. *Revista Brasileira de Zoologia* 21: 409– 419.
- Morrone, J. J. 2015. Biogeographical regionalisation of the Andean region. *Zootaxa*. 3936: 207– 236.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. John Wiley & Sons, New York, USA.
- Muirhead-Thomson, R. C. 1968. *Ecology of insect vector populations*. Academic Press, London, United Kingdom.
- Mulieri, P. R., J. P. Torretta, J. A. Schnack & J. C. Mariluis. 2006. Calliphoridae (Diptera) of the coastline of Buenos Aires, Argentina: species composition, numerical trends, and bait's preferences. *Entomological news* 117: 139– 148.

- Mulieri, P. R., J. A. Schnack, J. C. Mariluis & J. P. Torretta. 2008. Flesh flies species (Diptera: Sarcophagidae) from a grassland and a woodland in a Nature Reserve of Buenos Aires, Argentina. *Revista de Biología Tropical* 56: 1287–1294.
- Mulieri, P. R. & J. C. Mariluis. 2009 a. Redescription of *Lepidodexia* (*Asilidodexia*) *gaucha* (Diptera: Sarcophagidae), and first record for Argentina. *Revista de la Sociedad de Entomología Argentina* 68: 385–390.
- Mulieri, P. R. & J. C. Mariluis. 2009 b. New Species and New Records of *Microcerella* Macquart (Diptera: Sarcophagidae) Belonging to the *M. spinigena* Species-Group. *Neotropical Entomology* 38: 101– 103.
- Mulieri, P. R., Mariluis, J. C. & L. D. Patitucci. 2010. Review of the Sarcophaginae (Diptera: Sarcophagidae) of Buenos Aires Province (Argentina), with a key and description of a new species. *Zootaxa* 2575: 1– 37.
- Mulieri, P. R. & J. C. Mariluis. 2011. Description of a new species of *Macronychia Rondani* (Diptera: Sarcophagidae: Miltogramminae), with a key to the New World species of the genus. *Zootaxa* 2832: 51– 55.
- Mulieri, P. R., L. D. Patitucci, J. A. Schnack & J. C. Mariluis. 2011. Diversity and seasonal dynamics of an assemblage of sarcophagid Diptera in a gradient of urbanization. *Journal of Insect Science* 11:1– 15.
- Mulieri, P. R., J. C. Mariluis & F. Aballay. 2012. Two species of *Microcerella* (Diptera: Sarcophagidae) found in highland arid landscapes of Argentina, during forensic studies. *Journal of Medical Entomology* 49: 183– 191.
- Mulieri, P. R. & C. A. Mello-Patiu. 2013. Revision of the Neotropical genus *Malacophagomyia* (Diptera: Sarcophagidae) with description of a new species. *Zootaxa*. 3736: 368 – 378.
- Mulieri, P. R., J. C. Mariluis & L. D. Patitucci. 2014. Calliphoridae, pp. 463-474. *En*: S. Roig-Juñent, L. E. Claps, & J. J. Morrone (eds.), *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos*,

vol. 4. Editorial INSUE - Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.

Mulieri, P. R., J. C. Mariluis, L. D. Patitucci & M. S. Olea. 2015 a. The Sarcophaginae (Diptera: Sarcophagidae) of Southern South America. I. The species of *Microcerella* Macquart from the Patagonian Region. Zootaxa 3933: 1–88.

Mulieri, P. R., L. D. Patitucci, & M. S. Olea. 2015 b. Sex-biased patterns of saprophagous Calyptratae (Diptera) collected with different baits of animal origin. Journal of medical entomology 52: 386– 393.

Myers, N., R. Mittermeier, C. Mittermeier, G. Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403: 853–858

Niemelä, J., D. J. Kotze, S. Venn, L. Penev, I Stoyanov, J. Spence, D. Hartley & E. Montes de Oca. 2002. Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban–rural gradients: An international comparison. Landscape Ecology 17: 387– 401.

Nihei, S. S. & C. J. B. de Carvalho. 2004. Taxonomy, cladistics and biogeography of *Coenosopsia* Malloch (Diptera, Anthomyiidae) and its significance to the evolutions of anthomyiids in the Neotropics. Systematic Entomology 29: 260–275.

Nihei, S. S. & M. C. Domínguez. 2008. Muscidae. pág. 319-328. En: Biodiversidad de Artrópodos Argentinos, vol.2. L.E. Claps, G. Debandi & S. Roig-Juñent (eds) Mendoza, Argentina.

Nuorteva, P. 1963. Synanthropy of blowflies (Dipt. Calliphoridae) in Finland. Annales Entomologicae Fennica 29: 1– 49.

Nuorteva, P. 1966. Local distribution of blowflies in relation to human settlement in an area around the town of Forssa in South Finland. Annales Entomologicae Fennici 32: 128– 137.

Nuorteva, P. 1971. The synanthropy of birds as an expression of the ecological disorder caused by urbanization. Annales Zoologici Fennici 8: 547– 553.

- Oliva, A. 1997. Insectos de interés forense de Buenos Aires (Argentina). Primera lista ilustrada y datos bionómicos. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* 7: 13– 59.
- Oliva, A. 2007. Frecuencia y distribución temporal de moscas cadavéricas (Diptera) en la ciudad de Buenos Aires. *Revista del Museo Argentino de Ciencia Naturales* 9: 5– 14.
- Ozanne, C. M. P. 2005. Sampling methods for forest understory vegetation, pp. 58 –76. *En: Leather S (eds.) Insect Sampling in Forest Ecosystems*. Blackwell, Oxford.
- Pamplona, D. 1991. Descrição das genitálias de dois holótipos de *Craspedochoeta* Macquart (Diptera, Anthomyiidae). *Revista brasileira Zoologia* 7: 657– 661.
- Pape, T. 1989. Revision of *Opsidia* Coquillett (Diptera: Sarcophagidae). *Insect Systematics & Evolution* 20: 229– 241.
- Pape, T. 1992. Phylogeny of the Tachinidae family-group. *Tijdschrift voor entomologie*, 135: 43– 86.
- Pape, T. 1996. Catalogue of the Sarcophagidae of the world (Insecta: Diptera). Associated Publishers.
- Pape, T., V. Blagoderov, & M. B. Mostovski. 2011. Order Diptera Linnaeus, 1758. *En: Animal Biodiversity*. Magnolia Press.
- Patitucci, L. D. & A. Oliva. 2009. First record of the genus *Pseudoptilolepis* Snyder, 1949 (Diptera: Muscidae) in Argentina. *Studio Dipterologica* 16: 129– 132.
- Patitucci, L. D., P. R. Mulieri, A. Oliva, J. C. Mariluis. 2010. Status of the forensically important genus *Ophyra* (Diptera: Muscidae) in Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica* 69: 91 – 9.
- Patitucci, L. D., P. R. Mulieri, J. A. Schnack & J. C. Mariluis. 2011 a. Species composition and heterogeneity of blowflies assemblages (Diptera: Calliphoridae) in urban–rural gradients at regional scale in Argentinean Patagonia. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 46: 49– 58.

- Patitucci, L. D., J. C. Mariluis & F. H. Aballay. 2011 b. A new species of the South American genus *Arthurella* Albuquerque (Diptera: Muscidae), with a key to species and new records. *Zootaxa* 2810: 56 – 62.
- Patitucci, L. D., P. R. Mulieri, M. C. Dominguez, J. C. Mariluis & J. A. Schnack. 2011c. Estudio preliminar de Calyptratae (Diptera) en la Reserva Natural Estricta Otamendi, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 70: 157– 168.
- Patitucci, L. D., P. R. Mulieri & J. C. Mariluis. 2012. On the identity of *Bithoracochaeta sociabilis* Blanchard (Diptera: Muscidae): a new synonym of *Atherigona orientalis* Schiner. *Zootaxa* 3487: 85 – 88.
- Patitucci, L. D., P. R. Mulieri, M. S. Olea & J. C. Mariluis. 2013 a. Muscidae (Insecta: Diptera) of Argentina: revision of Buenos Aires province fauna, with a pictorial key to species. *Zootaxa* 3702: 301– 347.
- Patitucci L. D., P. R. Mulieri, J. A. Schnack & J. C. Mariluis. 2013 b. Assemblages of saprophagous muscids (Diptera: Muscidae) in three urban sites of temperate Argentina. *Revista Colombiana de Entomología* 39: 291– 300.
- Payne, J. A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. *Ecology* 46: 592– 602.
- Peris S. V. & J. C. Mariluis. 1984. Notas sobre Mesembrinellidae. *Eos* 60: 251– 265
- Perotti A & M. J. A. Brasesco. 1996. Especificidad forética de *Macrocheles muscaedomesticae* (Acari: Macrochelidae). *Ecología Austral* 6: 3– 8.
- Perotti, A. & M. J. A. Brasesco. 1997. Orientación química de *Macrocheles muscaedomesticae* (Acari: Macrochelidae) y percepción a distancia de posturas de *Musca domestica* (Diptera: Muscidae) y *Calliphora vicina* (Diptera: Calliphoridae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 56: 67–70.

- Perotti, A. & M. J. A. Brasesco. 1998. First record of *Pediculaster* (Acari: Pygmephoridae) for Argentina, collected on the horn fly *Haemotobia irritans* (Diptera: Muscidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 57: 136.
- Pickett S. T. A., M. L. Cadenasso, J. M. Grove, C. H. Nilon, R. V. Pouyat, W. C. Zipper & R. Costanza. 2001. Urban ecological systems: Linking terrestrial, ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32: 127–157.
- Pielou, E. C. 1979. *Biogeography*. John Wiley, Nueva York.
- Pinilla, T. B., Y. Acuña, D. B. Cortes, A. R. Díaz, A. Segura & F. J. Bello. 2010. Características del ciclo biológico de *Lucilia sericata* (Meigen, 1826) (Diptera: Calliphoridae) sobre dietas diferentes. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 13: 153–161.
- Pinilla, T. Y., M. A. Patarroyo, & F. J. Bello. 2013. *Sarconesiopsis magellanica* (Diptera: Calliphoridae) life- cycle, reproductive and population parameters using different diets under laboratory conditions. *Forensic Science International Forensic* 233: 380– 386.
- Pla, L.. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. INCI [online]. 2006, vol.31, n.8 [citado 2016-07-20], pp. 583-590. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000800008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0378-1844.
- Pohjoismäki, J. L. O., P. J. Karhunen, S. Goebeler, P. Saukko & I. E. Sääksjärvi. 2010. Indoors forensic entomology: Colonization of human remain in closed environments by specific species of sarcosaprophagous flies. *Forensic Science International* 199: 38– 42
- Pont, A. C. 1974. Family Anthomyiidae. *En: A Catalogue of the Diptera of the Americas South of the United States*. 96 a. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 21 p.
- Pont, A. C. 1977. A revision of Australian Fanniidae (Diptera: Calyptrata). *Australian Journal of Zoology Supplement Series* 51:1 – 60.

- Pont, A. C. 1980. Family Calliphoridae. Catalogue of the Diptera of the Afrotropical Region 821: 779– 800.
- Pontin J. A. 1982. Competition and coexistence of species, 102p. Pitman, Boston- London-Melbourne.
- Quiroga, N. I. & M. C. Domínguez. 2010. A new species of the genus *Fannia* Robineau-Desvoidy (Diptera: Fanniidae) belonging to the canicularis species group, collected on pig carrion in the Yungas of the province of Jujuy, Argentina. Studies on Neotropical Fauna and Environment 45: 95–100.
- Rapoport, E. 1975. Aerografía: estrategia geográfica de las especies. Fondo de Cultura Económica, México.
- Roback, S. S. 1951. A classification of the muscoid calyptrate Diptera. Annals of the Entomological Society of America. 44: 327– 361.
- Roberts, J. A. & R. L. Kitching. 1974. Ingestion of sugar, protein and water by adult *Lucilia cuprina* (Wied.) (Diptera, Calliphoridae). Bulletin of entomological research 64: 81–88.
- Rognes, K. 1997. The Calliphoridae (Blowflies) (Diptera: Oestroidea) are not a monophyletic group. Cladistics 13: 27– 68.
- Root, R. B. 1967. The niche exploitation pattern of the blue-grey gnatcatcher. Ecological Monographs 37: 317– 350.
- Rosenzweig, M. L. 1995. Species diversity in space and time. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ros-Farré, J. P. & J. P. Pujade-Villar. 1998. Estudio mediante trampa malaise de la comunidad de cinipidos, cecidogenos e inquilinos de Santa Colom, Andorra (Hymenoptera: Cynipidae). Ecología 12: 441– 454.
- Roxburgh, S. H., K. Shea & J. B. Wilson. 2004. The intermediate disturbance hypothesis: Patch dynamics and mechanisms of species coexistence. Ecology 85: 359– 371.

- Rozkošný, R., G. Frantisek & A. C. Pont. 1997. The European Fanniidae (Diptera). *Acta Scientiarum Naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae* 31: 1– 80.
- Savage, J. & J. R. Vockeroth. 2010. Muscidae, pp. 1281–1295. *En*: Brian, V., B.V. Brown, A. Borkent, J. M. Cumming, D. M. Wood, N. E. Woodley, & M. Zumbado, (eds.), *Manual of Central American Diptera*, volumen 2. NRC Research Press, Ottawa, Ontario.
- Sackmann, P. 2006. Efectos de la variación temporal y los métodos de captura en la eficiencia de un muestreo de coleópteros en la Reserva Natural Loma del Medio, El Bolsón, Río Negro. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*. 65: 35 –50.
- Scheirs, J., L. De Bruyn & M. von Tschirnhaus. 1997. Comparison of different trapping methods in Agromyzidae (Diptera). *Journal of Applied Entomology* 121: 429–433.
- Scherber C , N. Eisenhauer, W. W. Weisser, B. Schmid , W. Voigt, M. Fischer, E. Schulze, C. Roscher, A. Weigelt, E. Allan, H. Beßler, M. Bonkowski, N. Buchmann, F. Buscot, L. W. Clement, A. Ebeling, C. Engels, S. Halle, I. Kertscher, A. M. Klein, R. Koller, S. König, E. Kowalski, V. Kummer, A. Kuu, M. Lange, D. Lauterbach, C. Middelhoff, V. D. Migunova , A. Milcu, R. Müller, S. Partsch, J. S. Petermann, C. Renker, T. Rottstock, A. Sabais, S. Scheu, J. Schumacher, V. M. Temperton & T. Tschardt. 2010. Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature* 468: 553– 556.
- Schnack, J. A., J. C. Mariluis, N. Centeno & J. Muzón. 1995. Composición específica, ecología y sinantropía de Calliphoridae (Insecta: Diptera) en el Gran Buenos Aires. *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina*. 54: 161– 172.
- Schnack, J. A., J. C. Mariluis, G. R. Spinelli & J. Muzón. 1998. Ecological aspects on urban blowflies in midwest Argentinean Patagonia (Diptera: Calliphoridae). *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 57: 127– 30.
- Schnack, J. A. & J. C. Mariluis. 2004. Calliphoridae (Diptera) from Southeastern Argentinean Patagonia: Species Composition and Abundance. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 63: 85– 91.

- Schuehli, G. S., C. J. B. de Carvalho & B. M. Wiegmann. 2007. Molecular phylogenetics of the Muscidae (Diptera: Calyptratae): new ideas in a congruence context. *Invertebrate Systematics* 21: 263– 278.
- Shannon, R. & E. Del Ponte. 1926. Sinopsis parcial de los Muscoideos Argentinos. *Revista del Instituto Bacteriológico, Buenos Aires* 4: 1–48.
- Shannon, R. C. & E. Del Ponte. 1928. Sinopsis parcial de los muscoideos Argentinos (Addenda et Corrigenda). *Revista del Instituto Bacteriologico, Buenos Aires* 5:141–147.
- Shannon, C. & W. Weaver. 1949. The mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana-USA.
- Shewell, G. E. 1987. Calliphoridae. *Manual of nearctic Diptera*. 2: 1133– 1145.
- Siemann, E. 1998. Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity. *Ecology* 79: 2057– 2070.
- Simberloff, D. & T. Dayan. 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 22: 115– 143.
- Skidmore, P. 1985. The biology of the Muscidae of the world. *Series Entomologica* 29: 1– 550.
- Smith, K. E. & R. Wall. 1997. Asymmetric competition between larvae of the blowflies *Calliphora vicina* and *Lucilia sericata* in carrion. *Ecological Entomology* 22: 468– 474.
- Sousa J. R. P. de, M. C. Esposito & F. S. Carvalho. 2010. A fauna de califorídeos (Diptera) das matas e clareiras com diferentes coberturas vegetais da Base de Extração Petrolífera, bacia do Rio Urucu, Coari, Amazonas. *Revista Brasileira de Entomologia* 54: 270– 276
- Sousa de J. R. P., M. C. Esposito & F. S. Carvalho. 2011. Composition, Abundance and Richness of Sarcophagidae (Diptera: Oestroidea) in Forests and Forest Gaps with Different Vegetation Cover. *Neotropical Entomology* 40: 20– 27.

Sousa de Pereira J. R., M. C. Esposito, F. S. Carvalho Filho & L. Juen. 2014. The Potential Uses of Sarcosaprophagous Flesh Flies and Blowflies for the Evaluation of the Regeneration and Conservation of Forest Clearings: A Case Study in the Amazon Forest. *Journal of Insect Science*. 14: 215.

Snyder, F. M. 1957. Notes and descriptions of some Neotropical Muscidae (Diptera). *Bulletin of the American Museum of Natural History* 113: 437– 490.

Sukopp H & P. Werner. 1982. *Nature in Cities*. Strasbourg (France): Council of Europe

Szaro, R. C. 1986. Guild management: an evaluation of avian guilds. *Journal of Environmental Management* 10: 681– 8.

Tabarelli, M, J. M. C. Silva & C. Gascon. 2004. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of Neotropical forests. *Biodiversity and Conservation* 13: 1419– 1425.

Townes, H. 1972. A light-weight Malaise trap. *Entomological News*. 83: 239– 247.

Turner, B. D. 1991. Forensic entomology, En: *Forensic Science Progress* 5, Division of Biosphere, Kensington, London. pp. 131– 150.

Trigo, A. V. 2006. Descripción de las larvas II, III y el pupario de *Compsomyiops fulvicrura* (Diptera. Calliphoridae). *Revista de la Sociedad Entomologica Argentina* 65: 87– 99.

Vairo, K. P., C. Corrêa, M. C. Lecheta, M. F. Caneparo, M. M. Kleber, D. Preti, C. J. B. Carvalho, L. M. Almeida & M. O. Moura. 2015. Forensic use of a Subtropical Blowfly: The First Case Indicating Minimum Postmortem Interval (Mpmi) in Southern Brazil and First Record of *Sarconesia chlorogaster* from a human corpse. *Journal of Forensic Sciences* 60: 1– 4.

Vale, T. R & G. R. Vale. 1976. Suburban bird populations in west-central California. *Journal of Biogeography* 3: 157– 165.

Vargas, J. & D. M. Wood. 2010. Calliphoridae (blow flies). pp. 1297-1304. En: Brown, B. V., A. Borkent, J. M. Cumming, M. D. Wood, N. E. Woodley, M. A. Zumbado, (eds.).

Manual of Central American Diptera. National Research Council of Canada, Monograph, Publishing Program, Ottawa, volume 2, pp. 715–1442

Wardhaugh, C. W., E. S. Nigel & E. Will. 2012. Feeding guild structure of beetles on Australian tropical rainforest trees reflects microhabitat resource availability. *Journal of Animal Ecology* 81: 1086– 1094.

Wendt, L. D. & C. J. B de Carvalho. 2009. Taxonomia de Fanniidae (Diptera) do sul do Brasil–II: Novas especies e chave de identificação de *Fannia* Robineau–Desvoidy. *Revista Brasileira de Entomologia* 53: 171–206.

Wendt, L. D. 2010. New species and new records of *Fannia* Robineau–Desvoidy (Diptera, Fanniidae) from the Brazilian Amazon Region. *Zootaxa* 2575: 38–48.

Weyenbergh, H. 1875. Animales útiles. *Nemoraea acridiorum* Weyenb. *Anales de Agricultura, Republica Argentina* 3: 85– 86.

Willmer, P. G. 1982. Thermo regulatory mechanisms in Sarcophaga. *Oecologia* 53: 382 – 385.

Wilkinson, D. M. 1999. The disturbing history of intermediate disturbance. *Oikos* 84: 145– 147.

Wood, D. M. & A. M. Zumbado. 2010. Tachinidae, pp. 1343–1417. *En*: Brown, B., A. Borkent, J. Cumming, D. Wood, N. Woodley, M. Zumbado, editors. (eds.), *Manual of Central American Diptera*, volumen 2 NRC Research Press, Ottawa.

Yeates, D. K., B. M. Wiegmann, G. W. Courtney, R. Meier, C. Lambkin & T. Pape. 2007. Phylogeny and systematics of Diptera: two decades of progress and prospects. *Linnaeus Tercentenary: Progress in Invertebrate Taxonomy. Zootaxa* 1668: 565– 590.

Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, N J.

Zumpt F. 1965. *Myiasis in man and animals in the Old World*. Butterwords, London.

Dr. Pablo R. Mulieri

Dr. Gustavo Spinelli

Lic. María Sofía Olea